

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.327.8

А. М. Щербаченко
(Новосибирск)

РЕАЛИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПЕРСОНАЛЬНЫМ
КОМПЬЮТЕРОМ И МАГНИТООПТИЧЕСКИМ НАКОПИТЕЛЕМ

Рассматриваются особенности построения host-адаптера для IBM PC и контроллера шины SCSI для магнитооптического накопителя (МОН). Приведен протокол обмена данными между IBM PC и МОН на примере команды Select-and-Transfer, объединяющей ряд элементарных команд.

Интерфейс SCSI (Small Computer System Interface) в настоящее время претендует на роль унифицированного интерфейса для сопряжения разнообразных периферийных устройств (НМД, НГМД, НМЛ, лазерные принтеры, оптические диски) с компьютерами различных классов [1, 2]. Анализ зарубежной практики показывает, что рынок изделий на основе интерфейса SCSI непрерывно расширяется. Интерфейс SCSI стандартизован на международном уровне. О его перспективности свидетельствует постоянная модернизация. Эти факторы и определили выбор такого интерфейса в качестве средства связи между магнитооптическим накопителем и персональным компьютером.

Шина SCSI — это шина ввода/вывода. По своей структуре интерфейс SCSI поддерживает многопроцессорные системы. Шина SCSI предусматривает возможность подключения до восьми устройств. Каждому устройству назначается свой идентификатор, значение которого задается с помощью индивидуальных переключателей непосредственно в устройстве. Подключение главного компьютера к шине SCSI осуществляется посредством host-адаптера.

В типичной системе, использующей SCSI-шину ввода/вывода, к одному инициатору подключается один или несколько исполнителей. Системы повышенной сложности могут содержать более одного host-адаптера.

Самая простая система, использующая SCSI-шину ввода/вывода, содержит один инициатор и один исполнитель. Именно такой является система, включающая магнитооптический накопитель [3], управляемый от персонального компьютера типа IBM PC.

Данное сообщение посвящено разработке устройств, реализующих функции host(главного)-адаптера и контроллера шины SCSI, обеспечивающих связь между персональным компьютером и МОН. Первый из них реализует сопряжение шины SCSI с системными ресурсами, прежде всего, с системной шиной и операционной системой (ОС) персонального компьютера, второй — сопряжение с шиной контроллера магнитооптического накопителя.

Указанные устройства (host-адаптер PC и контроллер шины SCSI) предназначены для: 1) реализации протокола шины SCSI, а также физических и электрических спецификаций стандарта; 2) сопряжения с аппаратными и программными системными ресурсами персонального компьютера и контроллера магнитооптического накопителя.

В настоящее время в промышленно развитых странах мира различными фирмами выпускается множество однокристальных SCSI-контроллеров, кото-

рые могут работать в роли как host-адаптера-инициатора, так и контроллера-исполнителя. Интерфейс контроллера SCSI и системной шины может быть как совсем простым, построенным по принципу программного опроса канала ввода/вывода, так и более сложным, предусматривающим высокоскоростной обмен данными в режиме прямого доступа к памяти. К таким специализированным БИС SCSI-контроллеров относятся модели NCR 5380, NCR 53C700 фирмы NCR, WD33C92 и WD33C93 фирмы "Western Digital" и AIC 6250/60 фирмы "Adaptec" (США) [4, 5].

Для разработки средств связи между персональным компьютером и магнитооптическим накопителем была выбрана СБИС WD33C93. Благодаря использованию в этих устройствах специализированной БИС WD33C93 в интерфейсных блоках обеспечивается:

- полное соответствие стандарту ANSI SCSI X3T9.2 связи между МОН и ПК;
- совместимость с большинством микропроцессоров, имеющих 8-битную шину; поддержка мультиплексной и немultipлексной шин адрес/данные;
- выполнение арбитража, отключение и подключение шины SCSI, контроль четности, а также синхронная передача данных со скоростью до 4 Мбайт/с;
- возможность выбора как программного режима передачи данных, так и режима прямого доступа к памяти;
- возможность использования как в host-адаптере, так и в контроллере шины SCSI;
- использование команд, состоящих из ряда элементарных команд, исполнение которых не требует формирования сигнала прерывания.

Наличие внутри СБИС WD33C93 48 мА драйверов для подключения ее к шине SCSI существенно упростило реализацию как host-адаптера PC, так и периферийного контроллера SCSI шины.

При программировании СБИС WD33C93 вся информация записывается в регистры REGISTER FILE'A. Регистровый файл состоит из 28 регистров, которые включают 12 регистров для записи CDB1—CDB12, три регистра кодов идентификаторов, регистры управления и данных, статусные регистры, адреса и наименования которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

| AO | R/W | Наименование регистра | Адрес (hex) | AO | R/W | Наименование регистра | Адрес (hex) |
|----|-----|-----------------------|-------------|----|-----|-----------------------|-------------|
| 0 | W | ADDRESS | ** | 1 | R/W | CDB10 | 0C |
| 0 | R | AUXILIARY STATUS | ** | 1 | R/W | CDB11 | 0D |
| 1 | R/W | OWN ID | 00 | 1 | R/W | CDB12 | 0E |
| 1 | R/W | CONTROL | 01 | 1 | R/W | TARGET LUN | 0F |
| 1 | R/W | TIMEOUT PERIOD | 02 | 1 | R/W | COMMAND PHASE | 10 |
| 1 | R/W | CDB1 | 03 | 1 | R/W | SIHIRONUOS TRANSFER | 11 |
| 1 | R/W | CDB2 | 04 | 1 | R/W | TRANSFER COUNT (MSB) | 12 |
| 1 | R/W | CDB3 | 05 | 1 | R/W | TRANSFER COUNT | 13 |
| 1 | R/W | CDB4 | 06 | 1 | R/W | TRANSFER COUNT (LSB) | 14 |
| 1 | R/W | CDB5 | 07 | 1 | R/W | DESTINATION ID | 15 |
| 1 | R/W | CDB6 | 08 | 1 | R/W | SOURCE ID | 16 |
| 1 | R/W | CDB7 | 09 | 1 | R | SCSI STATUS | 17 |
| 1 | R/W | CDB8 | 0A | 1 | R/W | COMMAND | 18 |
| 1 | R/W | CDB9 | 0B | 1 | R/W | DATA | 19 |

СБИС WD33C93 может использоваться в режиме прямой или косвенной адресации.

При косвенной адресации (AO = 0 и выставлен сигнал WE) в регистр ADDRESS загружается адрес выбираемого регистра. Когда AO = 0 и выставлен RE, читается содержимое регистра AUXILIARY. Если AO = 1, все остальные регистры могут быть доступны для записи/чтения в зависимости от наличия сигналов WE/RE, при этом их адрес указан в регистре ADDRESS.

При прямой адресации состояние AO игнорируется и сигнал ALE используется для того, чтобы загрузить регистр ADDRESS во время каждого цикла, предшествующего появлению сигналов WE или RE. Наименование регистров, их адреса и возможности записи/чтения указаны в табл. 1.

Так как роль главного компьютера в нашем случае выполняет персональный компьютер типа IBM PC/AT, а контроллер магнитооптического накопителя построен на базе отечественного микропроцессора BM1810, функциональные схемы host-адаптера и контроллера шины SCSI идентичны.

На рисунке представлена функциональная схема host-адаптера/контроллера шины SCSI. Цифрами 1, 3 обозначены соответственно шинные усилители сигналов RESET, CLK, 4, 5 — усилители сигналов INTRQ, DRQ, 6 — усилитель сигнала DACK, 7, 8 — усилители сигналов IOW, IOR, 9 — двунаправленные шинные формирователи сигналов SD0-SD7, а цифрой 2 — дешифратор адреса, по которому ведется обмен данными между компьютером и внутренними регистрами микросхемы WD33C93 10. Дешифратор адреса содержит шинные формирователи адресных шин PC/AT (XT), компаратор для сравнения адреса, задаваемого с помощью переключателей, с адресом, выставляемым на шине адреса PC/AT (XT). Переключатели, устанавливаемые на коммутационных полях J1, выбирают соответственно уровень прерывания на шинах IRQ2—IRQ7, а на J2 и J3 — соответственно канал запроса к прямому доступу в память DRQ1—DRQ3 и подтверждение приема DACK1—DACK3. Резисторы R1 и R2 являются нагрузочными для драйверов сигналов SCSI-шины, расположенных внутри WD33C93.

Протокол обмена в краткой форме между инициатором и контроллером магнитооптического накопителя следующий.

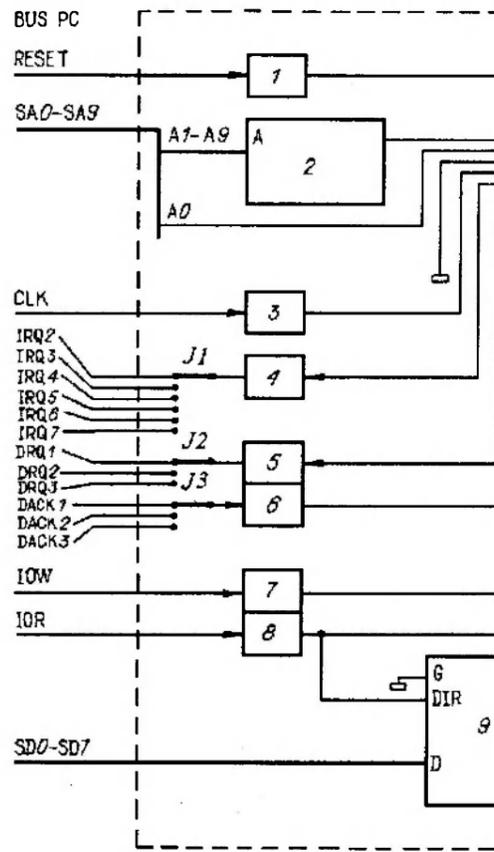
1. Инициатор выбирает контроллер SCSI исполнителя.
2. Контроллер SCSI запрашивает команду от инициатора, чтобы выполнить ее (например, чтение с диска).
3. Контроллер SCSI дешифрирует эту команду, выполняет ее, а затем требует, чтобы инициатор принял данные.
4. Когда все данные переданы, контроллер требует, чтобы инициатор принял статусный байт и байт сообщения.
5. После того как инициатор принял байт сообщения, контроллер отключается от шины, оставляя ее для последующей операции.

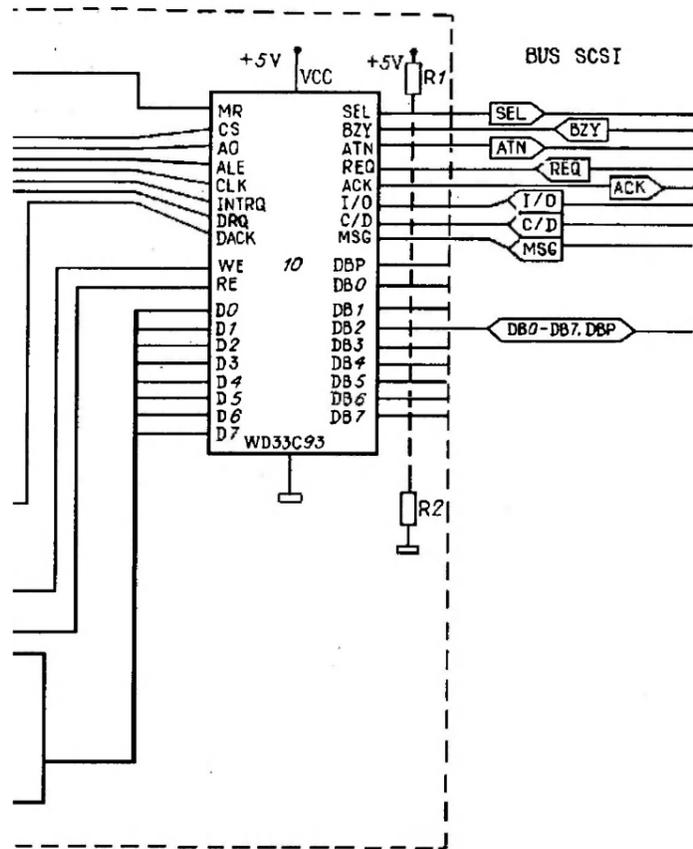
Микроконтроллер WD33C93 выполняет 24 элементарные команды, позволяющие управлять SCSI-шиной. Выполнение каждой команды (за исключением команд Abort и Reset) завершается выставлением сигнала «Прерывание». Отличие данного микроконтроллера от других состоит в том, что в СБИС WD33C93 существуют команды, объединяющие, по меньшей мере, четыре элементарные команды. При выполнении таких команд сигнал «Прерывание» формируется после завершения финальной фазы SCSI передачи или при ненормальных условиях, возникающих при исполнении команды.

Select-and-Transfer — одна из таких команд. Она состоит из следующих основных фаз: «Выборка исполнителя», «Посылка команды», «Прием статусной информации» и «Прием сообщения» о том, что команда завершена. Имеется возможность включения в команду фаз «Передача данных» и «Передача сообщения». По завершении или прекращении команды COMMAND PHASE-регистр может быть прочитан, чтобы определить последнюю выполненную фазу «Команда».

Фазы команды Select-and-Transfer.

Selection phase. Начальной фазой команды Select-and-Transfer является фаза «Выборка исполнителя». При запуске команды Select-and-Transfer





СБИС WD33C93 арбитраживает шину и выбирает исполнителя. Когда выбор успешен, прерывание не генерируется и в регистре COMMAND PHASE записывается код 10. Если исполнитель не соответствует заданному, команда Select-and-Transfer прекращается и в SCSI STATUS-регистр помещается код 42, а в COMMAND PHASE-регистр заносится код 00.

Information transfer phase — Identify Message Out. Вслед за фазой «Выборка» следует фаза «Передача информации». Исполнитель требует фазу "Message Out" (выставляя команду Receive Message Out), и СБИС инициатора посылает Identify — сообщение, содержащее номер логического устройства из регистра TARGET LUN, и бит, разрешающий или запрещающий пересылку. При завершении фазы «Передача сообщения» СБИС исполнителя посылает в регистр COMMAND PHASE код 20. Если первой информационной фазой будет любая другая, СБИС инициатора прерывает исполнение команды и в регистр SCSI STATUS записывается код 48—4F.

Information transfer phase — Send Command. Фаза «Команда» следует за фазой "Message Out" («Выдача сообщения»). СБИС инициатора рассматривает команду, помещенную в регистр CDB1. В зависимости от группы команд СБИС инициатора посылает 6, 10 или 12 байтов блока описания команд SCSI из регистров CDB, начиная с регистра CDB1 и кончая CDB6, CDB10 или CDB12. Как и в предыдущей фазе передачи информации, если исполнитель выставляет неожиданный тип фазы «Передача информации», команда прерывается и в регистр SCSI STATUS записывается код 48—4F.

Information transfer phase — Disconnect Message IN. Следующей за фазой «Передача команды» ожидается одна из перечисленных фаз: «Принять данные», «Послать данные», «Получить статус» или «Принять сообщение». Когда исполнитель требует, чтобы инициатор принял сообщение, допускается отключение. Следовательно, СБИС инициатора ждет, чтобы получить сообщение 02 ("Save Data Pointer Message") или 04 ("Disconnect Message"). Когда правильное сообщение "Save Data Point Message" получено, в регистр SCSI STATUS заносится код 21 и команда Select-and-Transfer прерывается, позволяя инициатору спасти SCSI-указатели. Однако когда получено сообщение об отсоединении, в регистр COMMAND PHASE заносится код 42 и команда продолжается. Когда отсоединение происходит, в регистр заносится код 43 и СБИС переходит в состояние «Отключено» до тех пор, пока исполнитель вновь не подключится. Оба сообщения являются нормальными для инициатора, и если получено отличное от них сообщение, код прерывания 48—4F устанавливается в регистре SCSI STATUS, чтобы просигнализировать об этом инициатору и позволить прочитать сообщение.

Information transfer phase — Identify Message IN. Когда первоначальный исполнитель произвел пересылку СБИС инициатора, прерывание не генерируется, а в регистр COMMAND PHASE заносится код 44. Исполнитель затем посылает СБИС инициатору сообщение, а в регистр COMMAND PHASE записывается код 45. Если логический номер устройства, содержащийся в сообщении, не равен номеру в регистре TARGET LUN, то это указывает, что инициатор был выбран иным исполнителем (1000 0itt, где itt — логический номер исполнителя), при этом генерируется прерывание и в SCSI STATUS-регистр помещается код 48—4F.

Information transfer phase — Receive/Send Data. Когда счетчик-регистр числа передаваемых байтов (Transfer Count) содержит число, отличное от нуля, СБИС инициатора входит в режим «Передача данных» и использует этот счетчик, чтобы управлять числом передаваемых байтов. Регистр DATA доступен для передачи через DMA-канал. Когда счетчик Transfer достигает нуля, передача данных прекращается и в регистр COMMAND PHASE заносится код 46. СБИС WD33C93 может быть отключена и повторно подключена во время фазы «Передача данных» любое число раз, обеспечивая соответствующий протокол передачи сообщений. Циклы COMMAND PHASE-регистра проходят через фазы отсоединения и повторного подключения до тех пор, пока все данные не будут переданы, о чем будет свидетельствовать код 46.

Таблица 2

| Код | Описание состояний регистра |
|-----|---|
| 00 | Выборка не произведена |
| 10 | Выборка успешна |
| 20 | Сообщение об идентификации послано |
| 30 | Старт CDB передачи |
| 36 | Передано 6 CDB байтов |
| 3A | Передано 10 CDB байтов |
| 3C | Передано 12 CDB байтов |
| 41 | Требуется передать «Сообщение», «Данные» или «Статус» |
| 42 | Получено сообщение об отсоединении |
| 43 | Исполнитель отсоединен |
| 44 | Начальный исполнитель перевыбран |
| 45 | Получено сообщение о правильной идентификации |
| 46 | Передача данных завершена |
| 50 | Получен статусный байт |
| 60 | Получено сообщение об успешном завершении команды |

Information transfer phase — Command Complete Message IN. СБИС инициатора входит в фазу «Прием статуса» вслед за фазой «Команда» или фазой «Сообщение» ("Identify Message"), если содержимое счетчика Transfer равно нулю, или вслед за фазой «Передача данных», когда содержимое счетчика Transfer достигает значения, равного нулю. Полученный статус загружается в регистр TARGET LUN, из которого он может быть прочитан инициатором после завершения команды. Когда фаза «Прием статуса» заканчивается, в регистр COMMAND PHASE заносится код 50.

Information transfer phase — Complete Message IN. Исполнитель сигнализирует о завершении команды SCSI, посылая сообщение "Command Completed Message" — код 00. Получив это сообщение, СБИС исполнителя заносит в COMMAND PHASE-регистр код 60, а в регистр SCSI STATUS код успешного выполнения команды 16 и вызывает прерывание. Инициатор должен затем проанализировать статус исполнителя в регистре TARGET LUN. При нормальном завершении команды Select-and-Transfer от инициатора требуется только прочитать статус исполнителя. Когда СБИС обнаруживает ненормальные или неожиданные условия во время исполнения команды Select-and-Transfer, команда завершается, генерируется прерывание и в статусный регистр заносится код, соответствующий этой ситуации.

В табл. 2 представлены коды состояний, регистрируемые во время выполнения команды Select-and-Transfer в регистре COMMAND PHASE. Коды представлены в шестнадцатеричной системе счисления.

Платы host-адаптера и контроллера шины идентичны и имеют размеры 80 × 100 мм. На плате располагаются два разъема: один для связи с шиной персонального компьютера (или материнской платы), а другой — для подключения шины SCSI.

Использование этой СБИС значительно упростило построение внутреннего программного драйвера для магнитооптического накопителя в стандарте SCSI.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мячев А. А., Степанов В. Н., Щербо В. К. Интерфейсы систем обработки данных. М.: Радио и связь, 1989.
2. Берлин Г. SCSI-интерфейс малых вычислительных систем // Мир ПК. 1991. № 6.
3. Соболев В. С., Белкин А. М., Несин В. И. и др. Магнитооптический накопитель в Международном стандарте // Автометрия. 1994. № 5.
4. Ciarcia S. A. Adding SCSI to the SB180 computer // Byte. 1986. N 5, 6.
5. Бонкарев Ю. М. Интерфейс SCSI // Мир ПК. 1991. № 7, 8.

Поступило в редакцию 9 февраля 1994 г.

Реклама продукции в нашем журнале — залог Вашего успеха!