

光リンクによる PC バスの拡張 (3)

- DMA 転送 -

1T-3

石川 浩      小林芳直      関家 一雄      曾根 広尚

日本アイ・ビー・エム(株)      東京基礎研究所

1 はじめに

我々が開発した光リンクを使った PC バス拡張システムにおける DMA 転送について詳述する。拡張の対象となる ISA バスはバスの機能として 7 レベルの DMA 転送をサポートしている。このバスはメモリおよび I/O についてそれぞれデータの読み出し書き込みのストローブを独立に持っており、例えば I/O からメモリへの DMA 転送においては I/O の読み出しおよびメモリの書き込みストローブを同一サイクル中に出し、I/O とメモリ間のデータ転送を直接行なう。現存する大半の PC-AT 互換機においては DMA 転送の際に I/O はデータ転送の準備ができていると仮定され、I/O の読み出しに対してウェイトが効かないため、単純にバスを拡張して大きな時間遅れが生じると転送が失敗する。この問題に対応するため、我々は拡張側の I/O から本体側のメモリへの DMA 転送にデータの先読み機能を導入した。これは拡張側で DMA リクエストが出された直後にバスの空時間を利用して DMA サイクルを拡張側だけで独自に行ない、先読みしたデータを DMA リクエストパケットと共に本体側に送り、実際に DMA が行なわれる際に I/O に代わってデータをバスに出すものである。開発した IC を使った実験により無事に転送が行えることを確認した。

セス用とメモリアクセス用の 2 種類あるが、DMA サイクルの転送にはメモリアクセス用のものを使用する。DMA コントローラ模擬用レジスタおよび転送数カウンタの設定は、DMA 転送に先立って行われる DMA の設定のバスサイクルをモニタすることによって行われる。

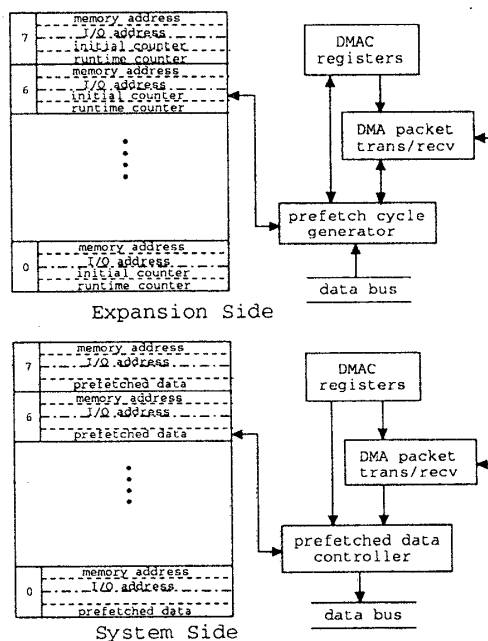


図 1: システム構成図

2 システムの構成

先読み処理を伴う DMA 転送の制御部を図 1 に示す。先読み処理を必要とするのは拡張側の I/O からいずれかのメモリへデータ転送する場合であるが、この状況を知るために PC-AT 互換機に搭載されている DMA コントローラを模擬したレジスタ群を搭載している。このほか DMA パケットの送受信部に加え、拡張側は初期値用と実行時用の転送数カウンタの制御および先読みバスサイクルを生成する先読みバスサイクル生成部、また本体側は先読みデータの受信およびバス出力を扱う先読みデータ制御部から構成される。転送数カウンタおよび先読みデータはアドレスキャッシュとともに DMA のレベルごとに管理される。なおアドレスキャッシュは I/O アク

3 先読みを伴う DMA サイクルの転送

先読み処理を伴う DMA 転送の流れを以下に示す。

1) 拡張側で先読みを要する DMA リクエスト (DRQ) が発生する。リフレッシュサイクル、DMA 転送を示す DMA アクノリッジ (DACK) の出力および通常のバスサイクルの終了を待ち、バスが空いていることを確認して先読みサイクルを開始する。

2) 該当する DMA レベルの DMA アクノリッジを出力し DMA サイクルを行うが、メモリの書き込みストローブ (-MEMW) は出力せず I/O の読み出しストローブ (-IOR) のみ出力する。先読みサイクルの初期において該当する DMA レベルの実行時用の転送数カウンタを一つ減じる。最終転送の場合はターミナルカウント (TC) を出力し、また実行時用の転送数カウンタを初期化する。先読みデータは DMA

リクエストコマンド、DMA レベルに続けて DMA リクエストパケットとして本体側に転送される。

3) 本体側ではバス転送のためのアドレスキャッシュの読み書きおよび他の先読みデータの出力の終了を待って、転送された先読みデータを該当する DMA レベルのメモリに格納し、DMA リクエストをバスに出力する。

4) DMA コントローラが DMA 転送を開始したならば先読みデータを I/O になり代わりバスに出力する。DMA アクノリッジは DMA が行われたことを示すために拡張側に転送されるが、拡張側ではすでに DMA サイクルの実行を終了しているのでバスには出力しない。同じ理由から、本体側のターミナルカウントは拡張側へ転送されない。

5) もし DMA のデータの書き込み先が拡張側のメモリである場合、拡張側へデータを転送する。拡張側では DMA でない通常のメモリ書き込みサイクルとして処理される。この流れを図 2 に示す。

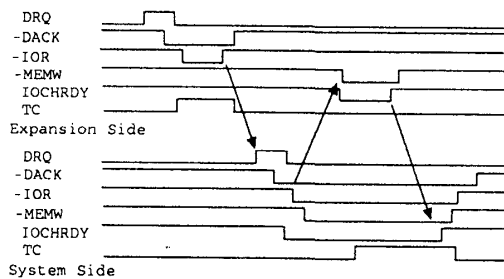


図 2: 先読み処理を伴う DMA サイクルの転送

#### 4 先読みしない DMA サイクルの転送

本システムでは万が一に備えて先読み処理を禁止することもできるが、その場合の DMA サイクルの転送は以下のように行われる。

1) 拡張側で先読みをしない DMA リクエストが発生すると、これを本体側へ転送し、本体側でバスに出力される。

2) DMA コントローラが DMA 転送を開始すると出力された DMA アクノリッジを拡張側へ転送し、拡張側でバスに出力される。拡張側に転送された DMA サイクルにおいては DMA コントローラと同じように読み書きのためのストローブをそれぞれ出力する。本体側で DMA コントローラが発するターミナルカウントは拡張側に転送される。このとき通常であれば IOCHRDY がメモリから出されデータの書き込みが終了次第ストローブは出力をやめるが、このターミナルカウント信号を I/O が読み込めるように本体側の I/O に対するストローブの出力が終わるまで延

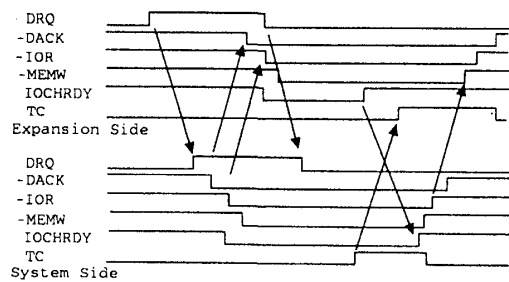


図 3: 先読み処理をしない DMA サイクルの転送

長される。この流れを図 3 に示す。

#### 5 評価

実機による拡張側の I/O から本体側のメモリへの DMA 転送の様子を図 4 に示す。図中上部が拡張側の信号、下部が本体側の信号である。先読み DMA サイクルの所要時間は約  $1\mu\text{s}$  であり、また DMA リクエストの発生から DMA コントローラによるバスサイクルの終了までは約  $3.6\mu\text{s}$  である。

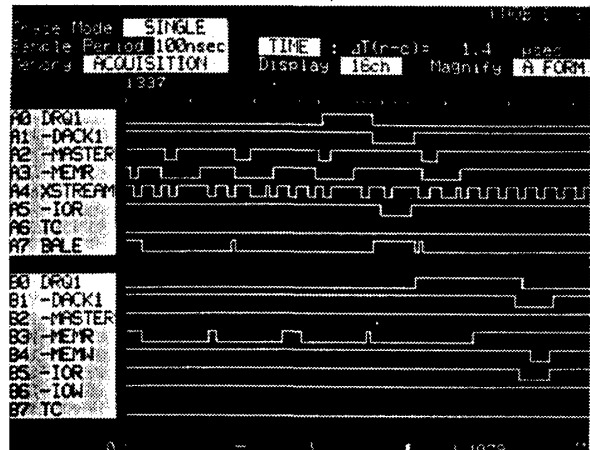


図 4: 実際の DMA サイクルの転送例

#### 6 おわりに

使用されるハードやソフトを変更しなくて済むようにバスを拡張するためにはすべてのバス上の情報伝達をサポートしなければならない。その意味では DMA サイクルの転送は不可欠のものといえる。我々は先読み処理を導入することにより DMA サイクルの転送を可能とし、多くのアプリケーションに対応することができた。

#### 参考文献

- [1] 関家、石川、小林、曾根：光リンクによる PC バスの拡張 (1),(2),(4), 第 47 回情処全大, 1993.
- [2] PS/2 Hardware Interface Technical Reference - AT-Bus Systems, IBM, S85F-1646-00