

追加された機能，削られた機能

# DDR SDRAMの動作を把握する

井倉将実

DDR(double data rate)SDRAMは，パソコン業界では主流のメモリとなりつつある。基本的な構造や機能は，従来のSDR(single data rate)SDRAMとほぼ同じであるが，高速なデータ転送を実現するためにいくつかの仕様が追加されている。ここでは，DQS(データ・ストロブ信号)やDLL(delay locked loop)，各信号の意味など，DDR SDRAMを使用するにあたって最低限知っておくべき項目について解説する。

(編集部)

ここでは，米国Micron Technology社の製品を例に，DDR(double data rate)SDRAMの動作を説明します。筆者は，ことあるごとにMicron社のメモリを紹介しています。その理由は，従来のSDR(single data rate)SDRAM

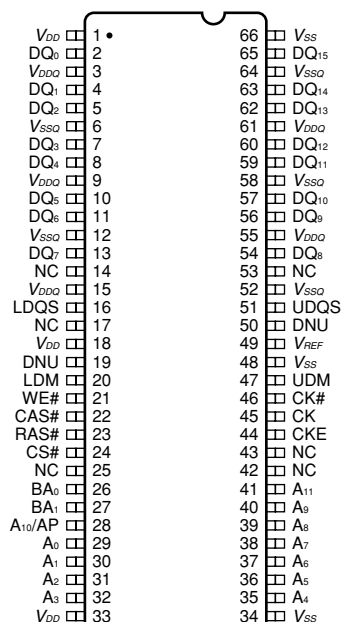
から最新のDDR SDRAMまで，パッケージの種類とメモリ構成が豊富であり，幅広いラインナップがそろっているからです。

もともとMicron社は，4Mビットという今では信じられないぐらいの小容量の時代から， $\times 32$ (32ビット幅)構成の100ピンPQFPのDRAMを出荷しており，これはJEDEC規格のパッケージとして事実上の業界標準となっています。メモリ容量が4Mビットから16Mビットまでの製品については，同一のパッケージで提供されていました。DDR SDRAMについては， $\times 4/\times 8/\times 16$ 構成の製品が他社からも出荷されていますが，同社は $\times 32$ 構成の製品も提供しています。また，これらについてはSDR SDRAMと同一のパッケージが用意されています。

このほか，PC-3200<sup>注1</sup>に対応した最新の製品をいち早く提供する一方，いまだにEDO DRAMや高速ページ・モードDRAMを提供するなど，堅実かつ必要十分なメモリを提供している点で，同社の姿勢に好感が持てます。

## 1 SDRとDDRの微妙な違い

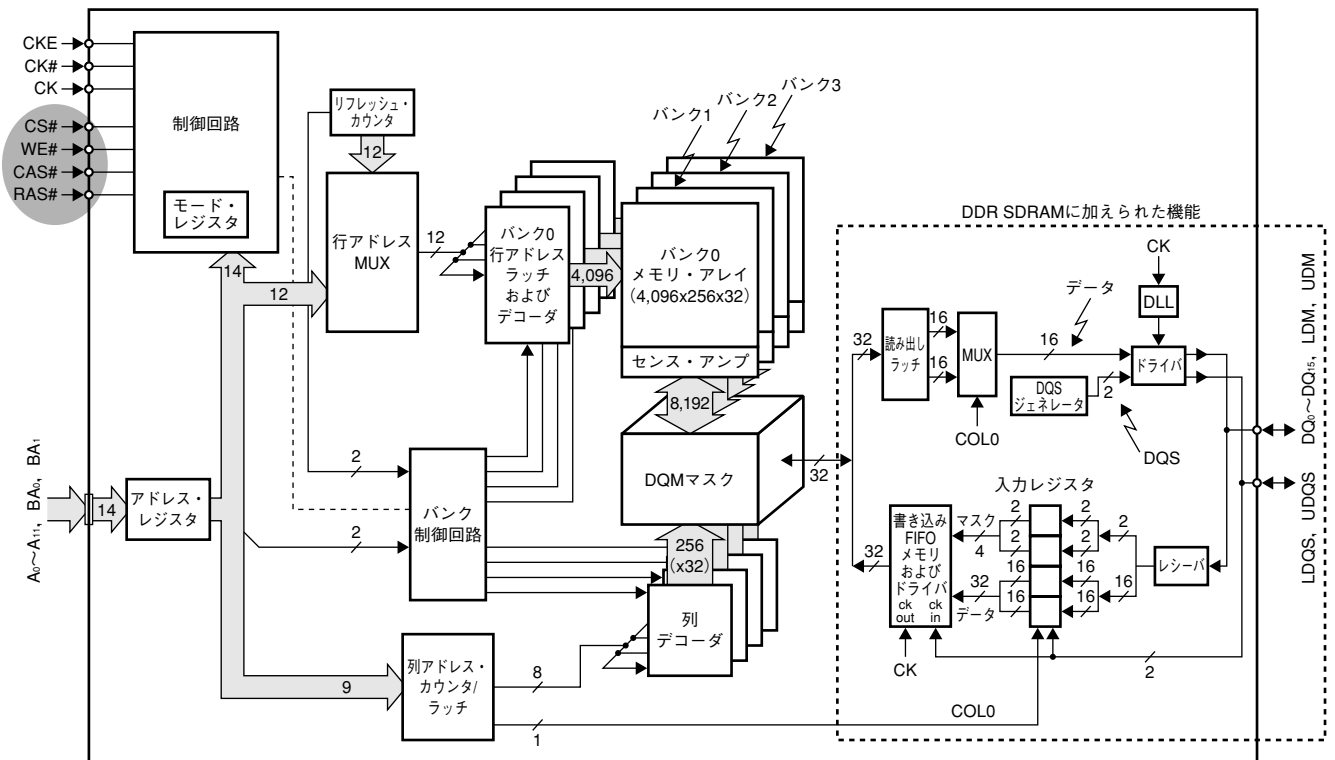
図1に，128Mビット， $\times 16$ 構成のDDR SDRAMである「MT46V8M16」のピン配置図を，図2にはその内部構造を示します。SDR SDRAM<sup>注2</sup>と内部構造はほとんど変わりません。また，基本動作もSDR SDRAMと比べて大きな変更はありません。逆にいえば，SDR SDRAMの動作が十



〔図1〕  
MT46V8M16のピン配置

注1：データ転送速度が400MbpsのDDR-II SDRAMのDIMM(dual in-line memory modules)のバンド幅(3.2Gバイト/s)の呼びかた。

注2：本誌の姉妹誌である「Interface」の1999年8月号で，CQ RISC評価キット「PowerPC403」を用いたSDRAMコントローラの設計事例を紹介したが，そこでは韓国Hyundai Electronics社(現在のHynix Semiconductor社)の64MビットSDRAM「HY57V658020ATC-8」を取り上げた<sup>2)</sup>。



【図2】 MT46V8M16の内部ブロック図

DQS(データ・ストローブ信号)の生成にかかわる部分と、DLL(delay locked loop)の部分が従来のSDR SDRAMの回路に追加された。メモリのアドレスを設定するには、「行(row)アドレス」と「列(column)アドレス」が必要である。さらに、「バンク・アドレス」というもので、内部に実装されている四つの32ビットのメモリ・ブロック(これらをおのおの「バンク」と呼ぶ)を選択して、アクセスする。

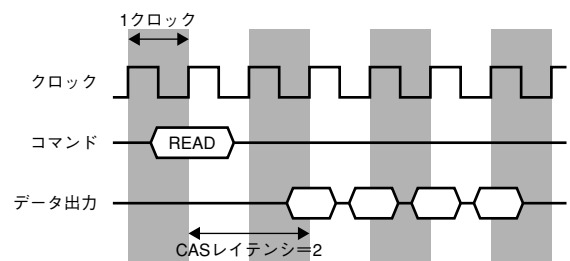
分に理解できていないと、DDR SDRAMもじょうずに利用することはできません。SDR SDRAMの動作については、すでに参考文献1)などで十分に紹介されているので、ここでは説明を割愛します(メモリ・メーカーによっては利用方法のドキュメントをWebサイトなどで公開しているので、一読されることをお勧めする)。

## ●キーワードは「差動クロック」、「DQS」、「DLL」、「低電圧」

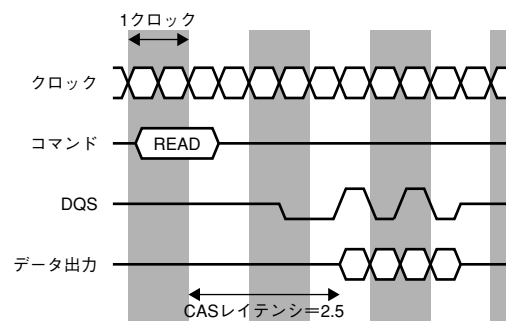
ここでは、SDR SDRAMに対してDDR SDRAMがどのような点で機能強化されたかを紹介します。

### 1) CK/CK#信号を追加

DDR SDRAMがSDR SDRAMと大きく異なる点は、「差動クロック(differential clock)を使って、SDRの2倍のデータ転送帯域を持つ」ということです(図3)。SDR SDRAMは、1相のシングル・クロックでデータを転送します。一方、DDR SDRAMは2相の差動クロック「CK/CK#」を用いて、両クロックの立ち上がりエッジでデータ転送を行います。そのため、SDR SDRAMと比べて考えると1相



(a) SDR SDRAM



(b) DDR SDRAM

【図3】 SDRとDDR

SDR SDRAMは、1相のシングル・クロックでデータを転送する。一方、DDR SDRAMは2相の差動クロックを用いて、両クロックの立ち上がりエッジでデータ転送を行う。