



第5章 ランダム・アクセスが 十数nsと速いメモリIC

SRAMの種類と使い方

松井 雄嗣
Yuji Matsui

SRAMもDRAMと同じく揮発性なので電源を落とすとデータが消えてしまいます。アクセス速度はメモリの中で一番速く、DRAMに必要なリフレッシュ動作もありません。唯一の弱点？は容量を大きくできないことです。

SRAMの特徴

SRAMの特徴について、主にDRAMと比較しながらSRAMの利点や欠点を説明します。

■ SRAMの利点

● 待機電流が小さい

SRAMの最大の特徴は、メモリ・セルがフリップフロップで構成されており、メモリ・セル自体に二つの安定状態が存在するため、電源さえ与えておけば、いつまでもデータを保持し続けることです。

そのためスタンバイ状態では、内部の回路をすべて停止させることが可能で、DRAMのように定期的にデータを保持するためのリフレッシュ動作を行う必要はありません。スタンバイ時の消費電流は、理想的には、トランジスタのリーク電流だけで決まりますので、スタンバイ電流を比較的少なくすることができます。

● DRAMのようなリストアがいない

DRAMはデータ読み出しの際にメモリ・セルのデータを破壊してしまうので、読み出し後にデータをメモリ・セルに書き戻す動作(リストア)が必要です。DRAMの場合、これらリフレッシュ動作やリストア動作を行っているあいだは、そのメモリ・エリアに対してリードもライトもできなくなってしまいます。

SRAMの場合、セルのフリップフロップがデータを保持しているため、リフレッシュやリストアといった動作は必要なく、いつでも、どここのアドレスに対しても連続してアクセスすることが可能です。

● ランダム・アクセスでもバースト・アクセスと同じ転送レートを維持できる

バースト・アクセスのように、連続したアドレスに対してデータのリードやライトを行う場合には、DRAMでもインターフェースの工夫によって十分な高速動作が可能です。ですが、ランダム・アクセス特性を考えると、SRAMはDRAMのような制限がないので、図1のようにランダム・アクセスの際にもバースト・アクセスと同じデータ転送レートを維持できます。

また、レイテンシについてもSRAMのほうがDRAMよりも小さいのが特徴です。SDRAMの場合、ロウ・アドレスが入力されてからデータが出力されるまでのレイテンシ(t_{RAS})は4~5程度ですが、SSRAMの場合は2が一般的です。そのため、コマンドとアドレスが入力されてから、最初のデータを8ns以下の時間で出力できる製品もあります。

■ SRAMの欠点

● 大容量化には向かない

このように低消費電力で高速なSRAMですが、メモリ・セルにフリップフロップを使っているためセル面積は大きくなります。

SRAMの場合、1セルあたりの素子数が多いだけでなく、DRAMに比べ1セルにつき必要な配線も多く、大容量化には不向きです。ちなみに1セルに必要な配線は、 V_{CC} 配線、GND配線、ワード線、デジット線2本の合計5本です。

最近の製品では、DRAMが1Gビット以上の容量を実現しているのに対し、SRAMは一部のベンダから64Mビットの容量が発表されているにすぎず、主流はまだ4M~16Mビットの小容量品となっています。

最近では携帯電話など従来SRAMが使われていた製品でも大容量化の要求が強くなってきており、そうした要求に応えるためにインターフェースは従来のSRAMとの互換性を保ちながら、DRAMセルを使っ

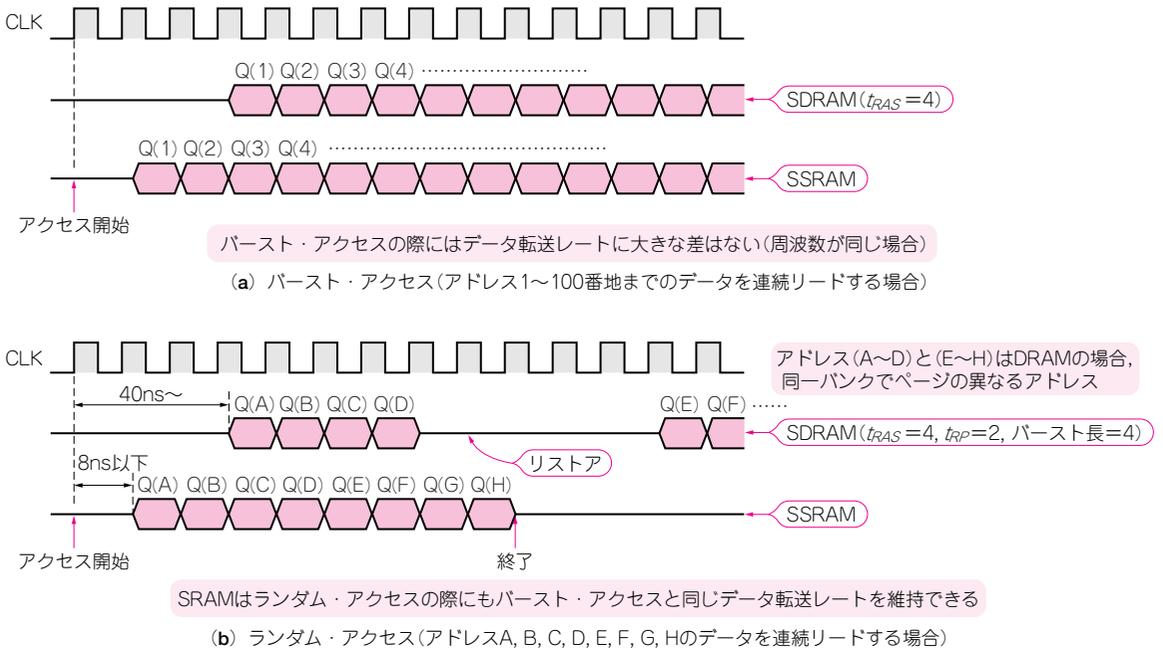


図1 DRAMとSRAMのアクセス性能

表1 DRAMとSRAMの違い

項目	DRAM	SRAM(6Tr型)
1セルあたりの素子数	Nチャンネル・トランジスタ 1個 キャパシタ 1個	Nチャンネル・トランジスタ 4個 Pチャンネル・トランジスタ 2個
1セルあたりの配線数	ワード線 1本, ビット線 1本, GND配線 1本	ワード線 1本, ビット線 2本, GND配線 1本, V _{CC} 配線 1本
リフレッシュ動作	必要	不要
読み出し動作	破壊読み出し(リストア動作が必要)	非破壊読み出し
スタンバイ電流	100 μ A ~ (ロー・パワー SDRAM の場合)	1 μ A ~ (ロー・パワー SRAM の場合)
ランダム・アクセス性能 ^(注)	40 ns ~ (SDRAM の場合)	8 ns 以下 ~ (SSRAM の場合)
容量	1 Gビット以上	64 Mビット

注▶ 最初のコマンドが入力されてからデータが出力されるまでの時間

て大容量化を実現した疑似SRAMと呼ばれる製品も開発されています。

表1にDRAMとSRAMの違いについてまとめます。

SRAMの分類

SRAM製品は使用目的によって、低消費電力を特徴とするロー・パワーSRAMと高速動作を特徴とする高速SRAMの2種類に大別されます。

高速SRAMの動作方式としては、非同期式と同期式の2種類が存在し、それぞれ図2のように分類されます。表2に主なSRAM製品のラインアップを示します。

ロー・パワーSRAM

ロー・パワーSRAMは一般にトランジスタのリーク電流が小さいプロセスで製造され、その低消費電力性を活かし、さまざまな機器の作業用メモリとして使われてきました。数量では携帯電話のメモリとして使われることが多いです。

DRAMセルを使った疑似SRAMやロー・パワーSDRAMなどは、データ保持のためのリフレッシュ動作を行う必要があるため、スタンバイ時の消費電流を一定以上には下げられません。それに対しSRAMでは、リフレッシュ動作が必要ありませんので、スタンバイ電流は単純にチップ上のすべてのトランジスタのリーク電流の合計で決まります。

一般に疑似SRAMやロー・パワーSDRAMのスタ