



第1章 基本素子DRAM/SRAM/フラッシュ ・メモリの構造やふるまいを理解しよう!

お話「メモリIC入門」

久保田 寧/小屋 義人
Yasushi Kubota/Yoshihito Koya

半導体メモリ素子は、初期の発展途上の段階から多様化が始まり、半導体産業が始まって半世紀も経たないうちに、数え切れない種類の製品が開発されてきました。本章ではメモリICを分類し、技術と原理をなるべくわかりやすい形で紹介していきたいと思ひます。

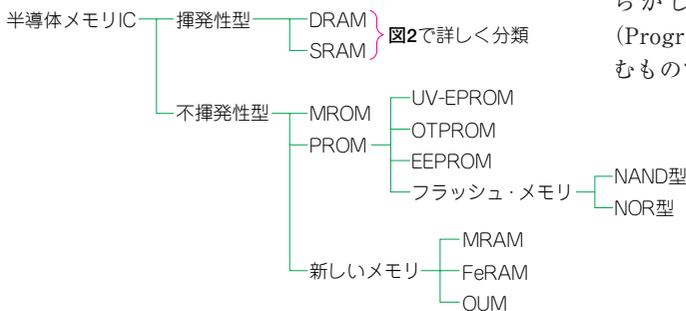
半導体メモリの歩み

半導体デバイスの歴史は、1947年、米AT&Tベル研究所、現在の米ルーセント・テクノロジーズ社ベル研究所の点接触型トランジスタの発明から始まりました。そして、現在飛躍的に進化し続けている半導体メモリの歴史は、1970年に米インテル社が1024ビットの世界初商用ダイナミック型メモリ1103を製品化して本格的に始まりました。

半導体メモリの進化と発展の要因は、単純な高性能化と高密度化以外に、マーケットの要求に応じて品種の多様化を図り、産業の成熟化を阻止してきたことにあります。つまり、半導体メモリの歴史は、チャレンジ精神旺盛な技術者達が、試行錯誤を重ねて、市場の要求に応じたさまざまな革新的なメモリを開発していくことで発展を遂げた産業史の好例といえるでしょう。

半導体メモリの分類

半導体メモリとは、シリコン基板上に「メモリ・セル」と呼ばれる‘0’や‘1’のデジタル情報を蓄え



る部分を複数もつ素子のことです。半導体メモリは、大きく不揮発性型 (volatile) と揮発性型 (non-volatile) に分けられます。

● どんなどころに使われるのか

不揮発性型メモリは、電源を切ってもメモリ・セルに蓄えられているデータが消えないという特徴があり、主に音声/画像データの記憶、マイコン・プログラムの格納、状態変数の格納などに使われています。

揮発性メモリは、電源を切るとデータが消えてしまいますが、データを高速にアクセスできるメリットがあり、主にパソコンの主記憶やビデオ・メモリ、デジタル・スチル・カメラの画像バッファ・メモリ、ネットワーク・ルータの検索メモリなどに幅広く使われています。

● どんな種類があるのか

図1にメモリの種類をまとめました。揮発性型はRAM(Random Access Memory)であり、ランダム(順不同)に読み出しと書き込みが無制限に可能です。これは特性の違いから大きく二つの品種に分類され、SRAM(Static RAM)とDRAM(Dynamic RAM)があります。

不揮発性型はROM(Read Only Memory)と呼ばれ、一般的に書き込み回数に制約があります。このROMはいくつかの種類に分類できます。MROM(Mask ROM)は製造過程において、ユーザの要求データをあらかじめ作り込みます。それに対し、PROM(Programmable ROM)は、ユーザが電気的に書き込むものであり、再書き込み不可能なOTP(One Time

図1
メモリICの分類

Programmable ROM)や紫外線消去型のUV-EPROM(Ultra Violet Erasable Programmable ROM), 電気的にデータ消去可能なEEPROM(Electrically Erasable PROM)があります。

不揮発性型ROMでは現在, フラッシュ・メモリ(Flash Memory)と呼ばれる一括消去型のメモリが主流となっています。フラッシュ・メモリは, NAND型とNOR型に分かれており, 一般的にNAND型が大容量メモリ・カード用途で使われ, NOR型は携帯電話をはじめとする電子機器のプログラム・コード格納向けに使われています。

DRAM

ここでは, DRAMのセル構造, 特徴, アクセス方法および種類について簡単に触れます。

DRAMはその大容量, 低価格, 高密度性により, 各種コンピュータ, ワークステーション, 各種バッファ・メモリなど広範囲の分野で使用されており, 現時点では数量においてメモリの王様です。

■ セル構造

図2(a)には多様なDRAMが挙げられていますが, 実はすべてのDRAMのセル構造は同一なのです。メモリ・セルへのアクセス方法やデータの入出力方法をいろいろと工夫することで, 多種多様なDRAMが存在しているのです。主要なDRAMの詳しい説明は第3章, 第4章で行うとして, まずはDRAMの基本となるセル構造について説明します。

図3にDRAMのセル構造を示します。DRAMは一つのスイッチング・トランジスタと一つの情報記憶用コンデンサでメモリ・セルを構成しています。この情報記憶用コンデンサに蓄えられた電荷のありなしで,

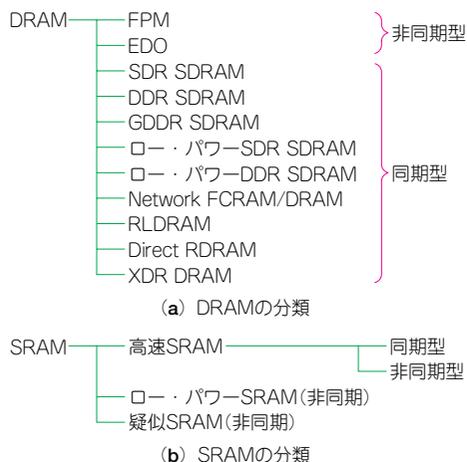


図2 DRAMとSRAMの分類

デジタル的に'0'と'1'の情報を記憶します。

たった二つの素子でメモリ・セルを構成できるため, 大容量, 低価格を容易に実現でき, その結果, メモリを大量に使う各種コンピュータのメイン・メモリやバッファ・メモリなどに広く使われることになりました。

■ 特徴

さて, そんなメモリの王様であるDRAMにも, もちろん苦手な部分があります。ここでは簡単にDRAMの長所と短所をまとめました。

● DRAMの長所

- 集積度が高く大容量化しやすい
- ビット当たりの単価が安い
- 動作スピードがフラッシュより速い

● DRAMの短所

- リフレッシュ動作が必要
- 動作スピードがSRAMより遅い

DRAMの短所であるリフレッシュに関しては後ほど述べますが, まずはDRAMの基本動作について説明します。

■ アクセス方法

多種多様なDRAMのメモリ・セルが同じ構造をもつことはすでに述べましたが, メモリ・セルへのアクセス方法も基本的にはどのDRAMも同じです。

● アクセスに必要な情報は何?

図4にSDR(Single Data Rate)SDRAMのブロック図を示します。SDR SDRAMは同期式DRAMなので, 基準クロック(CLK)の立ち上がりの際の各ピンの状態を読み取り, その情報を基に動作します。そのために必要な情報は, ①アドレス情報 ②コマンド情報 ③データ情報の三つです。

▶ ①アドレス情報

アドレス情報とは, どのメモリ・セルを選択するかを決めるために必要な情報です。DRAMではアドレス・マルチプレクス方式を採用しているため, バン

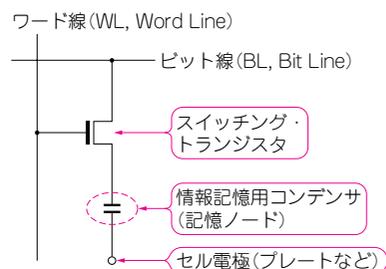


図3 DRAMのセル構造