

# 第1章

## CMOSデバイスの現状

### 1-1 半導体デバイスの分類

半導体デバイスは、電子部品の一つです。数マイクロメートル( $\mu\text{m} : 10^{-6}\text{m}$ )～数十ナノメートル( $\text{nm} : 10^{-9}\text{m}$ )という微細なデバイス製造技術とデザイン・ルールを駆使し、世の中のありとあらゆる電子機器の集積化、多機能化、高品質化、小型化、低価格化に貢献しています。この半導体技術の発展は、より高度な電子機器を必要とする市場がある限り、留まることを知りません。

半導体デバイスは、表1.1のように分類することができます。これらの半導体デバイスの集積度を表す指標として、素子数(トランジスタ数)が用いられます。数百万の素子が一つのデバイス(LSIチップ)に集積されたシステムLSI/マイクロプロセッサ/メモリ/カスタムLSIから、数万～数百万素子の専用IC/LSI、数十～数千素子の汎用ロジックIC/汎用リニアIC、そして数百素子以下のディスクリート・デバイス/光半導体素子などがあります。

半導体デバイスの中でも、数多くの回路を集積したものを集積回路/集積素子といい、IC(Integrated Circuit)とかLSI(Large Scale Integrated Circuit)と呼ばれます。図1.1に、半導体デバイスの集積化トレンドを示します。

半導体デバイスには、大きく分けて二つの回路・製造技術があります。

- (1) バイポーラ回路・製造技術
- (2) MOS回路・製造技術

この二つの技術は、バイポーラからMOSに置き換わっていく傾向にあります。それは、電気的特性(消費電力、低電圧動作など)や製造コスト、回路・製造技術の標準化のしやすさ(異品種を大量生産可能)などが理由になっています。

表1.1 半導体デバイスの種類

システム LSI (SoC)	マイクロプロセッサ, メモリ, アナログ, ロジックなど, さまざまな半導体デバイスを一つのチップ上に実現し たもの
マイクロプロセッサ (デジタル LSI)	CISC(複合命令セット・コンピュータ) RISC(縮小命令セット・コンピュータ)
メモリ	RAM(Random Access Memory) ROM(Read Only Memory)
カスタム LSI (デジタル LSI)	フルカスタム ゲート・アレイ PLD(Programmable Logic Device)
専用 IC/LSI (アナログ・デジタル LSI)	映像用 IC 音響用 IC 通信用 IC 特定用途 IC
汎用ロジック IC(デジタル IC)	TTL, CMOS
汎用リニア IC (アナログ IC)	OP アンプ コンパレータ レギュレータ ドライバ IC
光半導体デバイス	LED 半導体レーザ フォト・カプラ CCD, CMOS センサ
トランジスタ(ディスクリート)	バイポーラ・トランジスタ FET GaAs トランジスタ
ダイオード(ディスクリート)	整流用ダイオード ショットキー・バリア・ダイオード 定電圧ダイオード

集積度の高いデバイスは、デジタル信号の高速信号処理や演算処理、多くの情報量を記憶するメモリなどに用いられます。また、集積度の低いディスクリート・デバイスは、高い電気エネルギーを処理する電源や保護回路、高い効率とノイズ特性を必要とする電波を発生し、受ける高周波回路、さらにセンサや光源などに用いられます。

これら二つの狭間には、センサなどからのアナログ信号を受けてデジタル信号で処理・出力するアナログ-デジタル変換デバイス、逆にマイクロプロセッサなどからのデジタル信号をアナログ信号に変換し、モータやリレーなどを制御するデジタル-アナログ変換デバイスがあります。これらは一般的に、汎用化・標準化することが難しく、顧客の要求にフィットさせるため、カスタム LSI

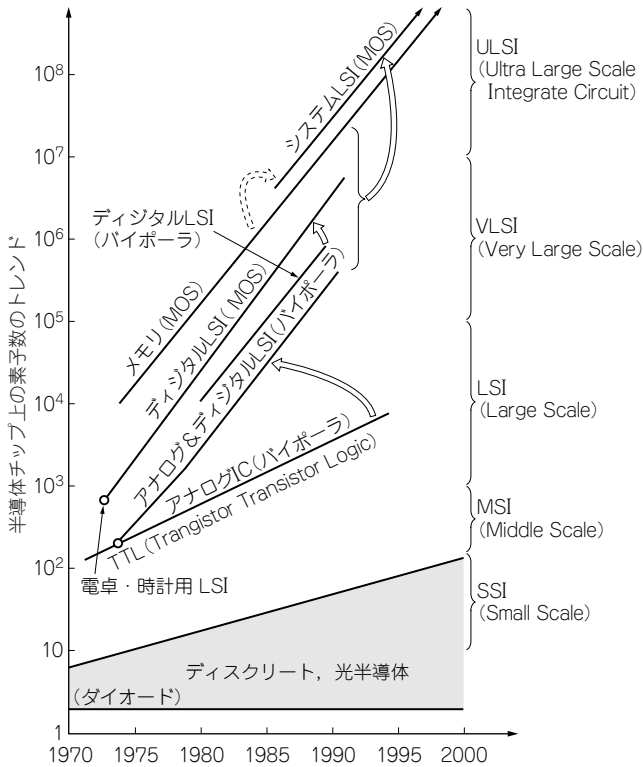


図1.1 半導体デバイスの集積化トレンド

になっている場合が多くなります。

さて、半導体デバイスは、図1.2に示すデバイス構造(プロセス)によっても分類できます。半導体デバイスの元となる基板材料には、大きく分けてシリコン半導体と化合物半導体があります。シリコン半導体は半導体デバイスの大部分を占めており、CMOS、バイポーラ、Bi-CMOSといった製造技術で分類できます。一方、GaAsなどの化合物半導体は、シリコン半導体より高速な信号処理が可能ですが、基板材料が高価です。そのため、電波を発信したり受信したりする特殊なデバイスなどに使われるのが一般的です。