

ICとは—ICの基礎知識

(1) ICは電子機器の機能を実現する

IC (Integrated Circuit: 集積回路) は、大きさ数mm~10数mm角のシリコン (Si) 上に、トランジスタやダイオード、抵抗、コンデンサなどの回路素子を作り込み、それぞれの素子間を相互に配線することで、ある機能をもった電子回路として機能させるもの。

これをICチップ (Chip)、またはダイ (Die) という。このままでは取り扱いが不便であり、また他のICとの接続も困難になるので、通常はパッケージに入れて使われる (組み立てまたは封止)。

SSI, MSI, LSI, VLSIという表現は1個のICチップのなかに集積される素子数 (トランジスタ数) で区分したものである (表4-1-1)。

表4-1-1 集積回路 (IC) の分類

| 略号 | 意味 | 素子数 ^(注) | 主な年代 |
|-----------------------------|---------|--------------------|-------------|
| SSI (Small Scale IC) | 小規模IC | 100素子以下 | 1958~1960年代 |
| MSI (Medium Scale IC) | 中規模IC | 100~1000素子レベル | ~1960年代後半 |
| LSI (Large Scale IC) | 大規模IC | 1000素子以上 | 1970年代~ |
| VLSI (Very Large Scale IC) | 超大規模IC | 100万素子以上 | 1980年代後半~ |
| ULSI (Ultra Large Scale IC) | 超々大規模IC | 1000万素子以上 | 1990年代~ |

注) 素子数は概略としてのめやすで、厳密な定義はない。

小規模なICのなかには、たとえばフリップフロップ回路を1個だけ集積したものもある。一方、大規模集積回路であるLSIにはメモリやマイクロプロセッサ、およびそれらを複合したシステムLSIなどがある。最近では、携帯電話機やDVDレコーダの機能のほとんどを2~3個のLSIだけで構成できるようになった。

●MOS型とバイポーラ型がある

また、ICの構成素子であるトランジスタには、MOS型FETやバイポーラトランジスタがあり、MOS型FETを基本にしたICをMOS型IC、バイポーラトランジスタを基本にしたICをバイポーラ型ICという (別掲記事「半導体の性質」参照)。

ICが開発された当初 (1958年) は、バイポーラ型のRTL (Resistor Transistor Logic) 回路であった。1960年代に入ってからすぐにDTL (Diode Transistor Logic)、ECL (Emitter Coupled Logic)、TTL (Transistor Transistor Logic) などの論理回路を集積したバイポーラ型ICが開発された。

一方、MOS型は1960年に発明された。しかし、ICとして初めて製品化されたのは1964年で、本格的に市場に登場するのは1970年代になってからである。バイポーラ型に比べ、消費電力の少ないことが注目され、電卓 (電子式卓上計算機) や電子時計 (クォーツ) に使われた。その後、MOS型ICは集積度を高め、マイクロプロセッサ、メモリ、システムLSIへと発展し、IC産業の主力となっている。

(2) 「何を作るか」——設計が重要になる

電子機器のほとんどの機能をLSIのなかに集積できるようになると、LSIの設計は、電子機器を設計するのと変わらなくなる。このため電子機器の性能・特性・大きさなどの仕様を決めるときから、LSI設計者も参加する。

LSIの付加価値は、「いかに作るか」から「何を作るか」に移ってきた。システム (電子機器) の設計が重要になってきたのである。

これとともに、LSIメーカーの形態も変化している。最近では、LSIの設計だけを専門に行う会社 (デザインハウス) も多くなった。また、LSI製造装置を購入すれば、ある程度の性能のLSIは作ることができるようになった。製造装置メーカーが技術力を高め、装置の能力も向上してきたからである。LSI製造だけを請け負う会社 (ファウンドリ) も多い。

LSIには、トランジスタなど構成する素子だけで目的の機能を実現する場合と、プログラム (ソフトウェア) によって演算処理する場合とがある。前者を「ハードウェア処理」または「ワイヤードロジック」などといい、LSIチップのなかで論理回路構成が固定化されている。機能を実現するための最適化設計が行われている場合が多く、比較的高速・低消費電力で動作する。

また、後者を「ソフトウェア処理」という。基本的にはプログラム内蔵方式のコンピュータと同様に、プロセッサで処理を行う。このため、プログラムを書き換えるだけで処理内容を変更できる。柔軟性は高いが、一般にはハードウェア回路に比べて処理速度は遅い。