

第1章

74シリーズからCPLD/FPGAの登場、
そしてFPGAの今後は…

現代FPGAの予備知識

浅井 剛 / 熊谷 あき Takeshi Asai / Aki Kumagai



プログラマブル・デバイス回顧録

本特集冒頭の執筆依頼を受け、デジタル回路設計に40年以上触れてきた筆者の目線で、プログラマブル・デバイスを振り返ってみようと思い立ちました。年輩エンジニアの思い出話に、少しお付き合いいただければ幸いです。

半導体素子の歴史としては、トランジスタ誕生まで^{さかの}遡り、デジタル回路としては後述する74シリーズ以前にも、NANDやNORといった論理ゲートとなる素子/部品もありましたが、あまりにも昔すぎるので、ここでは74シリーズあたりから話を始めることにします。

● 創世記のデジタル・ハードウェア

テキサス・インスツルメンツ (Texas Instruments) 社のSN74xxシリーズと聞いて、黄土色の分厚いデータブックを思い出される方は、筆者とほぼ同世代と思います。TTL (Transistor-Transistor Logic) と呼び親しまれたこのICは、NOT、NAND、NOR、EORなどの論理回路が、14ピンから20ピンを中心として、100 mil (2.54 mm) ピッチの300 mil幅DIP (Dual In Line) パッケージに、入力数に応じて1個または複数個収められたものが数多く提供されていました。デジタル回路設計では、これらTTLから必要な品種を選定し、基板上の配置/配線を決めて実装しました。

図1は2入力NANDのパッケージング例(7400)で、写真1に実際の74LS00の外観を示します。単なるゲート回路だけではなく、デコーダ、カウンタ、コンパレータ、ドライバなどなど、デジタル回路でよく使う機能部品が提供されていました。

● 大規模回路への対応に課題

図1を見てもわかるように、74シリーズは1個あたり基本的な論理回路が数ゲートぶん入っているだけなので、回路規模が大きくなればなるほど、必要となる

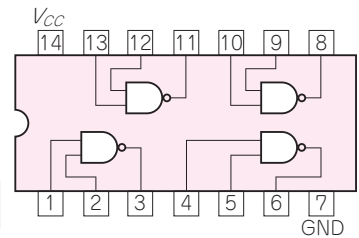


図1 代表的な74シリーズICの一つ7400(2入力NANDのパッケージング) 1つの部品に4個の2入力NANDゲートが入っている

74シリーズICの数は多くなってしまいました。

数が多くなってくると、基板上の配置的に遠い所から配線を引き回さなければならないことがよくあり、配線が長いぶん遅延が発生し、高速動作に影響を与えるようになってきました。

TTLはデジタル・ハードウェアの普及に大きな貢献をしましたが、実現する機能に比例して回路量が大きくなり、できることの限界も見えてきました(イラスト1)。

● マイクロコンピュータによるデジタル処理のソフトウェア化

半導体業界は高集積(高性能)化/高速化の技術革新を進め、1970年代後半にインテル社のi8080、モトローラ社のMC6800、ザイログ社のZ80などの8ビットCPUが登場し、これらを搭載したパーソナル・コンピュータが発売され一気に普及していきます。

デジタル処理を、何度でも書き換え可能なソフトウェアで実現できるという大きなパラダイム・シフトが生まれました(イラスト2)。産業分野でも、低速でよい処理はマイコンに任せて、高速処理をハードウェア化してコスト・パフォーマンスの高いシステムを実現するという、今の組み込み機器(当時はマイコン応用機器と呼んでいた)の基盤ができた時代でした。

● 真理値表でデジタル回路を表現

CPUとソフトウェア処理によるプログラマビリティの高さを、なんとかハードウェアに持ち込めないかと考える人が出てきました。74シリーズのように固