

# 第1章

## アナログ・プログラマブル・デバイスを活用しよう

—アナログ回路の共通化や高集積化を実現するために

相田泰志

ここでは、アナログLSIがプログラマブルになることで、回路設計がどのように変わるのか、どのようなメリットがあるのかについて考える。また、現在流通している代表的なアナログ・プログラマブル・デバイス製品の概要を紹介する。FPGA (field programmable gate array) のアナログ版のようなLSIにかぎらず、プログラマブルな機能を持つミックスド・シグナルLSIを取り上げる。 (編集部)

近年のFPGA/CPLDの普及は目を見張るものがあります。汎用ロジックICなどによる回路の単なる置き換えとしてだけではなく、高い性能が求められるアプリケーションにおいても十分に満足できるものになっています。また、論理ゲート・ベースの回路図ではとても設計できないような大規模な回路であっても、ハードウェア記述言語(HDL: hardware description language)で比較的簡単に記述できるようになりました。少量多品種の機器の設計では「FPGAがなければ実現できない」と言われるようにさえなっています。少量多品種生産に対応できるだけでなく、開発期間の短縮、省スペース化、標準的なLSIの製造中止や入手性の悪さなど、いろいろな理由により、FPGA/CPLDはもはや必要不可欠なデバイスになっていると言っても過言ではありません。かつてデメリットとされていた価格についても、徐々に低コスト化が進んでいます。

FPGA/CPLDをみるとわかるように、プログラマブルなLSIは、設計者にとって、とても魅力的なデバイスになっています。

### FPGAからアナログ・プログラマブルへ

ひと昔前まで、機能はハードウェアのみで実現したもの

でした。真空管の時代はもちろん、デジタル回路が普及してからも、標準ロジックICの組み合わせによって機器のすべての機能を構築していた時期がありました。そのため、設計時点ですべての仕様が決定していなければならない、もちろん機能アップや改良などといったことは、事実上不可能でした。

マイコンが普及すると、ソフトウェア全盛の時代を迎えました。機器にマイコンを搭載し、できるかぎりソフトウェアで機能を実現するようになったのです。こうすることで、機能の追加や変更が容易になりました。しかし、高速な処理が必要な分野や低消費電力が要求される分野などについては、ハードウェアで実現する部分が存在していました。FPU(floating-point processing unit)やグラフィックス処理、マルチメディア処理などは、専用回路で実現する必要があります。このような場面では、ASIC(application specific integrated circuit)やASSP(application specific standard product)が使われていました。

最近では、FPGA/CPLDの高性能化や低価格化が進み、ASICやASSPの置き換えとしても使われるようになっていきます。ハード・マクロまたはソフト・マクロのCPUコアを実装することで、システムLSIとしても活用されています。ハードウェアの設計概念そのままで変化させたといえるでしょう。

このような変化の中で、最後まで残されている分野があります。それはアナログ回路です。

アナログ回路におけるプログラマブル・デバイスの必要性は、かなり以前より言われていました。ただし、アナログ回路はデジタル回路のような回路の共通化がなかなか図れません。抵抗やコンデンサ、コイルなどの受動部品も数多く用いられ、電圧範囲、周波数、使用方法などに合わ

せた適切な定数で使用しなければなりません。精度に合わせた部品選定も求められます。このため、アナログ専用ICでないと所望の機能や性能を得られませんが、それが結果的に便利で使いやすいものになっている感じもあります。また、アナログ系の設計者は、デジタル系の設計者と比べてパソコンやソフトウェアになじみが少なく、CADを使って設計したがるということもあるのかもしれませんが。

アナログ系のプログラマブル・デバイスの開発には、いくつかのメーカーが取り組んでおり、機器開発においても、徐々にではありますが使われ始めています。

本稿ではこうしたアナログ・プログラマブル・デバイスの概要について解説します。また、後半ではアナログ処理を主体とするソフトウェア・プログラマブルなデバイスについても紹介します。

## ● アナログ・プログラマブル・デバイスのメリット

それでは、実際にアナログ回路がFPGAのようにプログラマブルになると、どのようなメリットや用途があるのでしょうか。簡単な例を挙げてみたいと思います。

### ● 省スペース化と共通化

アナログ回路がいちばん使用されていると思われるのは、信号入力のインターフェースです。アナログ信号はA-Dコンバータによってデジタル信号に変換されるのですが、その前段には、かならずOPアンプなどによる回路が用いられます。アナログの信号レベルをA-Dコンバータの入力レベルに最適に調整したり、ノイズなどを除去するためです。

例えば、各種センサを接続できるデータ収集装置のような機器を考えます。熱電対、RTD(測温抵抗体)、サーミスタなど、各種のセンサをA-Dコンバータに接続するためには、図1のような回路が必要になります。また、熱電対にしても、種類や測定範囲によって、ゲイン(利得)やゼロ点、スパンなどを設定しなければなりません。逆に広い範囲の信号を高分解能のA-Dコンバータを介して入力すれば、ソフトウェアで簡単に実現できそうですが、熱電対のような数 $\mu\text{V}$ の電圧から、一般的なセンサの1~5V(DC)までを取得することを考えると、ものすごく高い分解能のA-Dコンバータが必要になってしまいます。

このような应用到アナログ・プログラマブル・デバイス

を使用すれば、自由に設計を変更することができます。また、実際に回路が使われだしたあとでセンサが生産中止になったり、メーカーが変わって回路を変更しなければならないといったときなども、柔軟に対応することができます。

### ● 経年変化対応と自己診断

アナログ回路では、音声や温度、流量など、いろいろな物理量を扱います。

回路を構成するアナログLSIそのものの変動は少ないのですが、センサや可変抵抗(ボリューム)などの経年変化で特性が変わってしまう部品もあります。部品の特性が変わらなくても、システムが置かれる環境の変化の影響を受ける場合も考えられます。このような部品を使っていると、定

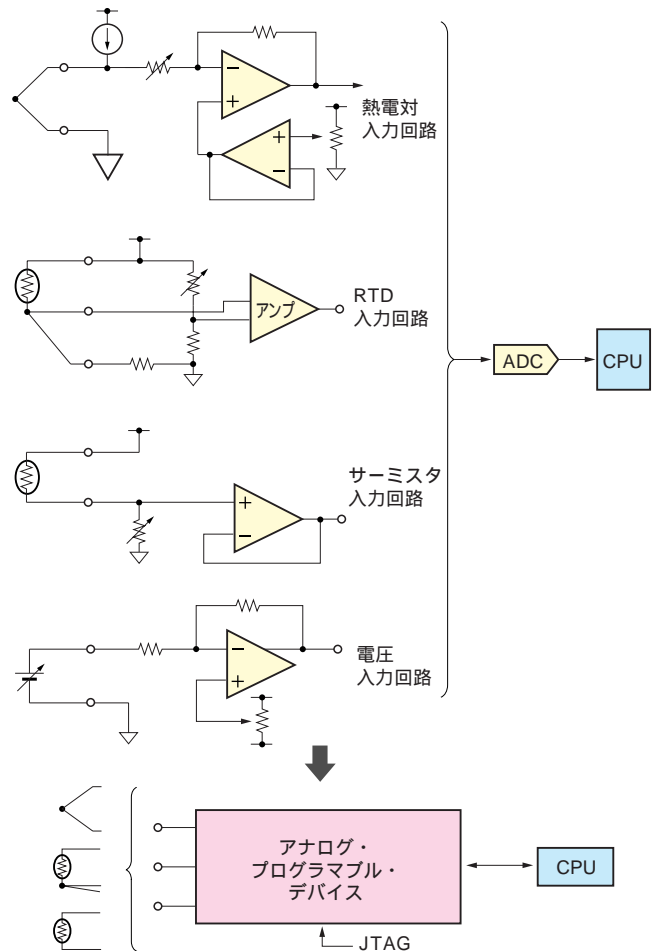


図1 ユニバーサル入力

熱電対、RTD(測温抵抗体)、サーミスタなど、各種のセンサをA-Dコンバータ(ADC)に接続するためには、入力前処理回路が必要になる。さまざまなセンサに対応するシステムを設計しようとすれば、すべての前処理回路をあらかじめ搭載しておかなければならない。このような用途に、アナログ・プログラマブル・デバイスを使用できれば、基板の共通化や省スペース化を図ることができる。

