

# FPGAでは構成できない任意のアナログ回路を実現できる プログラマブル・アナログIC analogramの概要

田村 豊 Yutaka Tamura

FPGAは基本的にデジタル回路専用で、OPアンプに代表されるようなアナログ回路を構成することはできません。FPGAでシステムを組むと、どうしてもOPアンプ数個で構成される程度の小規模なアナログ回路が外付けが必要になってしまいます。そんな時、FPGAの隣にここで紹介するプログラマブル・アナログIC “analogram” を使ってみるのはいかがでしょうか。

## 1 任意のアナログ回路を構成できるアナログIC

### ● アナログ回路ボードの作製は大変

従来、小中規模のシステムを設計する場合はディスクリート部品などをユニバーサル基板上に配置して、ブレッドボードやリファレンス・ボードを作製していました。最近でこそロジック回路部はFPGA (Field Programmable Gate Alley) を用いて効率よく設計するのが当たり前となりましたが、アナログ部は今も変わらず、ディスクリート部品を組み合わせる手法で設計を行っています。この手法は安価にシステム構成を確認することができますが、特にアナログ部の修正や変更においては、部品と部品をつなぐリード線や基板配線パターンを人間が1本1本配線/修正するなどの必要があり、多くの時間と労力を費やしていました。

### ● 簡単回路構築デバイス “analogram”

そこで筆者の会社では、これらの作業を簡単に安価にかつ短時間で行うことができるデバイス “analogram” を開発しました(写真1, 表1)。analogramという名前は、AnalogとProgramから作った(言葉のならば変え遊び)造語(登録商標)です。analogramはIC内部に搭載されたOPアンプやコンパ

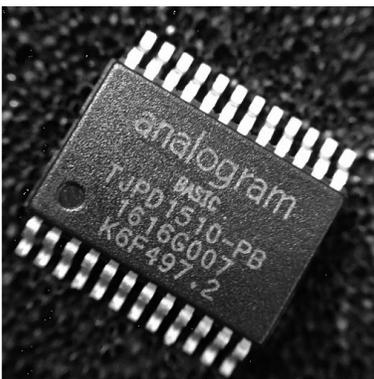


写真1 任意のアナログ回路を構成できる analogram

レータなどのコンポーネントを、ユーザが自由に構成(プログラム)することができるアナログICです。

analogramにはレジスタとOTP (One Time Programmable ROM) が搭載されているので、ユーザはOTPに情報を書き込むまでは何度でもプログラムを変更することが可能です。つまり、デバッグ中に回路構成を変更し、所望の状態を確認した後でOTPにプログラムを書き込むことができます。これがanalogramの最大の特徴で、開発時に使用するICの数を最少に、そしてデバッグの手間を大きく削減できる可能性があります。

ユーザが設計した回路はI<sup>2</sup>Cインターフェースを経由し、レジスタやOTPにプログラムを介して転送され、analogram内に回路を構成します。

## 2 analogramの内部構成

### ● 内蔵されているアナログ・コンポーネント

analogramには、図1に示すような複数のアナログ・コンポーネントが搭載されています。OPアンプやコンパレータが搭載されているプログラマブル・デバイスは既に市販されていますが、基本素子(CMOSトランジスタ, 抵抗, コンデンサ)が搭載されているところがanalogramの特徴の一つと言えます。これらのコンポーネント以外に、論理ゲート(インバータ, 2入力NAND, 2入力NOR)や基準電圧源, 定電流源も使用でき、ユーザはアナログ回路を自由に構成することが可能です。

表1 analogramのアナログ特性

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
絶対最大定格	$V_{DD}$ (MAX)	$T_a=25^\circ\text{C}$	-0.2		6	V
	$V_{PP}$ (MAX)	$T_a=25^\circ\text{C}$	-0.2		8	V
推奨動作電源電圧	$V_{DD}$	$T_a=-40\sim 85^\circ\text{C}$	4.5	5	5.5	V
	$V_{PP}$	$T_a=-40\sim 85^\circ\text{C}$	7.25	7.5	7.75	V
動作温度	$T_a$		-40		85	$^\circ\text{C}$
ユーザ端子電圧	$V_{USR}$	$T_a=-40\sim 85^\circ\text{C}$	0		5.5	V