

第1章

デジタル/アナログ混載ASICの特徴と使い方

近藤 正樹

はじめに

10年くらい前には、LSIといえば汎用製品が主流であり、装置メーカーが自前でLSIを開発するにしても、かなりの費用と時間を要するものでした。しかし、その後のLSI製造技術の急速な進歩とそれに伴うコンピュータや設計ツールの進歩により、現在ではASICと呼ばれる製品がLSIの主流になりつつあります。

ゲートアレイに代表されるこのASICの手法は、デジタル回路のLSI化を実に容易なものに変えてしまいました。このような流れと相まって、アナログ回路の多くがデジタル回路に置き換わってきています。これは、デジタル回路に置き換えることにより回路規模の増加やしぐみの複雑度が増す欠点を、上記のLSIの

進歩が補完し、利点として再現性や精度の向上が見込まれるからと考えられます。

●アナログのニーズはなくなる

しかし、人間の視聴覚がアナログであるかぎりヒューマン・インターフェースはアナログであり続けると予想されます。また各種のセンサの出力もアナログです。したがって、アナログ回路技術は現在、そして未来においてもシステムの始めと終わりには必須の技術であろうと推測されます。

このような要求に対応できるアナログASICは、従来からも広く使われていました。例えば、NECからは「アナログ・マスタ」と総称される製品が8年前から販売されています。

●アナログとデジタルが同じにチップに載り始めた

加えて最近では、装置の小型化、低コスト化の流れに対応するために、デジタルとアナログを同一のLSIに作り込む要求が強くなってきています。

究極的には「システム・オン・シリコン」といわれるような1チップ化がなされると考えられますが、現状ではまだそこまでは到達していません。その原因として両方の技術を把握している回路技術者が少ないこと(なぜかアナログ技術者はデジタル技術を軽視し、デジタル技術者はアナログ技術をむずかしいものとする傾向が見られる)や、受け皿となる

ASIC製品が少ないことが挙げられます。

このような要望に答える製品として、ゲートアレイでの資産と「アナログ・マスタ」で培った技術を基に設計の容易性を第一に考えたMA-8ファミリ(Mixed Signal Array ASIC)が開発されました。

以下にこの製品を例にとりデジタル/アナログ混載ASICについて述べてみたいと思います。

アナログ機能を搭載可能なASIC

●アナログ専用ASIC

先に述べた「アナログ・マスタ」はバイポーラ素子と受動素子を敷き詰めた構造をしており、LSIをプリント基板に見立てて回路を組むことができます。さらに、バイポーラ技術を用いており、アナログ回路を容易に設計することができます。チップ写真を図1に示します。

しかし、このASICはアナログ専用のためデジタル回路を内蔵することは実際的にはできません。同様にゲートアレイ型のASICはデジタル回路は容易に設計できますが、アナログ回路には対応できないという欠点を持っています。

●セル・ベースはD/A混載可能

いっぽう、セル・ベースはデジタル/アナログ混載ASICとして現在主流になりつつあります。

しかし、図2に示すように、セル・ベース型のASICは製品ごとにLSI製造工程



図1 アナログ・マスタのダイのようす

の始めから作るため、製造TATが長いという欠点があります。また、A-DコンバータやD-Aコンバータ、PLLなどのような比較的汎用性があり機能的に単純なアナログ回路には対応できますが、ディスプレイ素子でプリント基板上に回路を作るような自由度がないことなど、用途が限られています。

MA-8の概要

上記の理由から、MA-8ではCMOSによるゲートアレイとバイポーラとMOSを用いたアナログ・アレイを同一チップに混載させた構造を採用しました。両方の回路をアレイ型の構造で提供することにより、短TATで自由度に優れた回路を実現できます。

図3に代表的な製品μPD68070のチップ写真を示します。また、構造図を図4に示します。

●ディジタル部はCMOSのSOG

MA-8のディジタル部は、0.65μmルールを用いているゲートアレイと同様な機能ブロックを使用することができます。

中心部は単ゲートを敷き詰めたSOG(Sea Of Gate)構造になっており、その周囲にI/Oバッファがドーナツ状に形成されています。アナログ部に対向する面にもI/Oバッファがあり、ディジタルとアナログ間の信号の通過もI/Oバッファを通して行うようにしています。

これは両者の静電破壊強度を単独に確保するためと、ディジタルからアナログへの駆動能力を確保する目的です。

●アナログ部はBiCMOSアレイ

アナログ部の基本アレイ・ブロックを図5に示します。

2種類のNPNトランジスタ、PNPトランジスタ、5pFの容量、1kΩ、5kΩの2種類のポリ・シリコン抵抗から構成されています。さらに電流源などに使用できるPチャネルMOSトランジスタも内蔵されています。この基本ブロックを繰り返

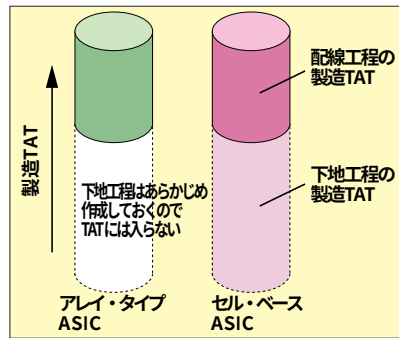


図2 各ASIC製品の製造TAT

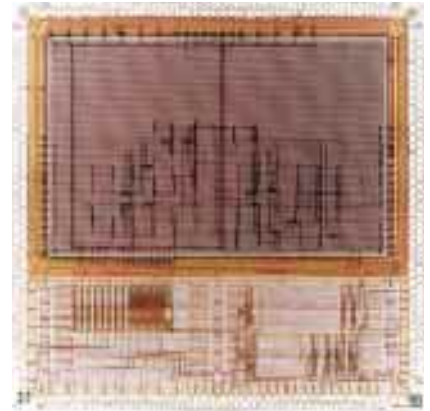


図3 MA-8のチップ写真(μPD68070)

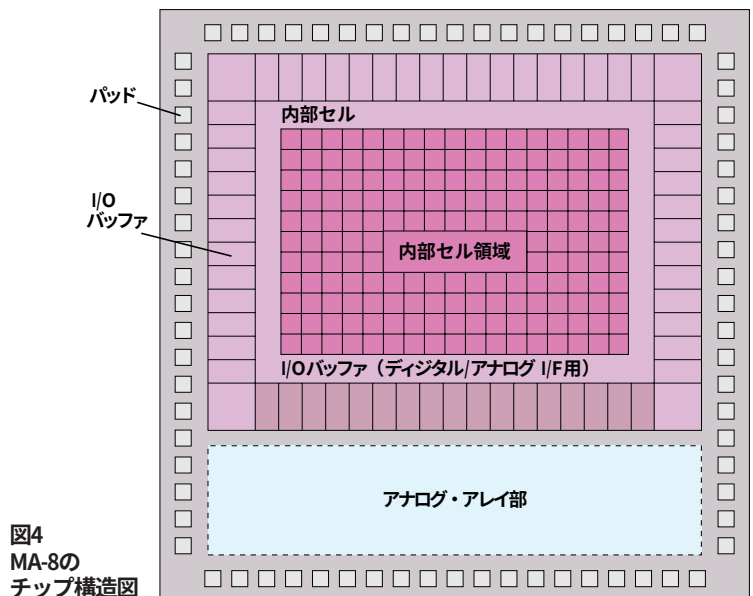


図4
MA-8の
チップ構造図

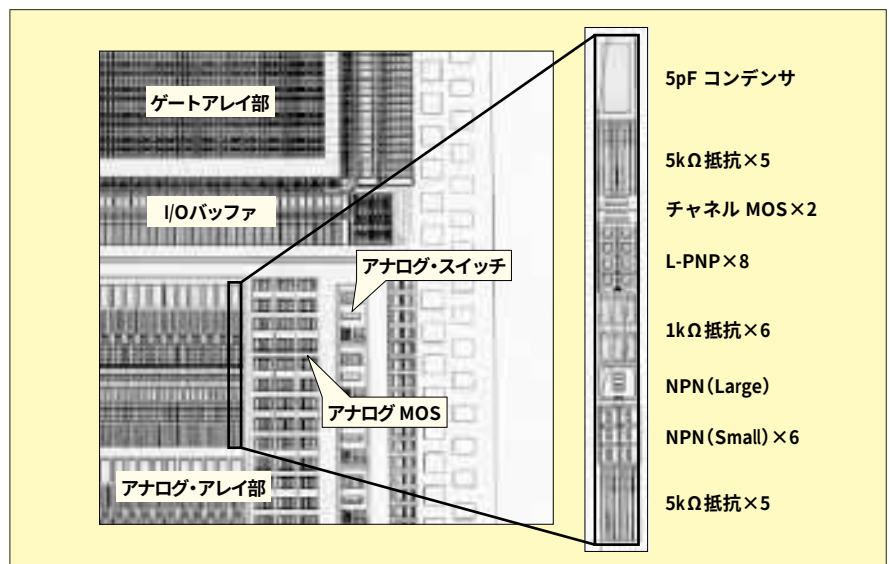


図5 アナログ部の基本ブロック