

# 第1章

## FPGAガイド 2008

# FPGAの特徴と 最新動向を理解する

宮崎 仁

ここでは、現在主要なFPGA(Field Programmable Gate Array)ファミリの特徴を整理する。基本論理ブロックの構造やプログラム方式といったFPGAとしての基本的な機能のみならず、ハード・マクロで搭載するさまざまな専用機能にも注目する。  
(編集部)

多くの半導体デバイスは、製造プロセスの微細化による集積度や動作速度の向上、消費電力の低減などの恩恵を受けてきました。FPGA(Field Programmable Gate Array)はその代表といえるでしょう。

FPGAには開発期間(TAT: Turn Around Time)が短く、開発コスト(NRE: Non-recurring Expenses)が安いという大きな利点があります。しかし、1990年代までのFPGAには集積度や性能面で不満を持つ顧客が多く、用途は限定されていました。2000年代初頭に製造プロセスが0.13  $\mu\text{m}$ に移行したところから集積度や性能の面で急速に実

用性が拡大し、幅広い分野に普及が始まりました。普及とともに1個当たりの価格も安くなり、さらに用途が広がるという好循環を続けています。それとともに、用途に合わせた製品の品揃えも広がり、新しい用途の掘り起こしを狙った新しい製品も登場しています(pp.56-58の表1)。

## 1 FPGAのトレンド

最近のFPGAは、大きく四つのグループに分けられます(図1)。

### ● ハイエンドFPGA

ハイエンドFPGAは、プロセスの進化を集積度と動作速度の向上のために最大限に活用してきました。最近では、大規模システムを効率良く実現するプラットフォームとしての役割を果たすため、システム指向のアーキテクチャや豊富なハードウェア機能を取り込んだ製品となっています。

米国Xilinx社のVirtex-4/5シリーズ、米国Altera社のStratix II/IIIシリーズ、米国Lattice Semiconductor社(以下、Lattice社)のSCシリーズなどがこれにあたります。

### ● 低コスト/量産向けFPGA

ハイエンドFPGAに対して、プロセス進化の恩恵をダイ・サイズの縮小やコスト・ダウンに振り向けて、量産用途でASIC(Application Specific Integrated Circuit)代替を目指した低コストFPGAも増えてきました。

ハイエンド製品と違って量産効果による低コスト化が重

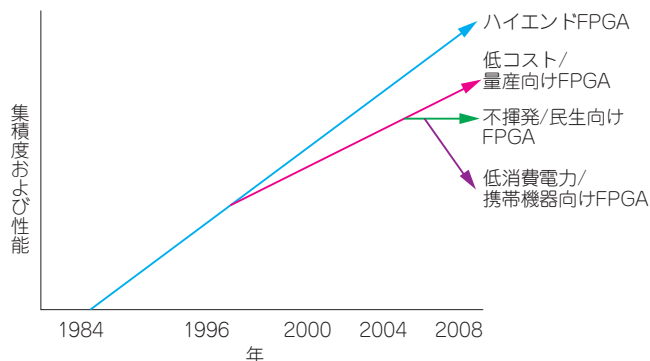


図1 市場と製品系列を拡大するFPGA

大きく四つの流れに分けられる。

### Keyword

FPGA, Xilinx, Altera, Lattice Semiconductor, Actel, SiliconBlue Technologies, 不揮発, 低消費電力, SRAM, LUT, メモリ, DSP, プロセッサ, クロック管理

要なので、汎用性が高いシンプルなアーキテクチャで、比較的少数の品種に絞って製品化されています。Xilinx 社の Spartan シリーズ、Altera 社の Cyclone シリーズ、Lattice 社の EC シリーズが代表的でしょう。

さまざまな産業用機器から、民生用機器でも広く利用されるようになってきました。

## ● 不揮発/民生向け FPGA

低コスト化を図る方向では、ASIC と同様の 1 チップ構成とインスタント ON (電源を投入すればすぐに動作する) を指向した不揮発 FPGA も作られてきました。

SRAM 方式の FPGA で不可欠な外付けコンフィグレーション・メモリへの抵抗感は、特に ASIC の顧客に根強いといわれています。この問題を解消し、同時に実装面積や部品点数の削減によるトータル・システム・コストの削減を狙っています。

米国 Actel 社の ProASIC シリーズや Lattice 社の XP シリーズが代表的です。

## ● 低消費電力/携帯機器向け FPGA

2000 年代後半になると、価格とともに消費電力が大きなネックとなっていた携帯機器や小型民生機器での利用を目指して、低電力化や小型化を追求した不揮発 FPGA が登場し始めました。

Actel 社の IGLOO シリーズや、米国 SiliconBlue Technologies 社 (以下、SiliconBlue 社) の iCE65 シリーズがこれを指向しています。

このジャンルは、ASIC だけでなく低価格のフラッシュ・マイコンなどとも競合する市場といえます。

## 2

## 製造プロセスとアーキテクチャ

### ● SRAM 方式が主流

FPGA のアーキテクチャは、Xilinx 社が開発した揮発性・書き換え可能な SRAM 方式の LUT (Look-up Table) 構造が現在まで主流を占めています。Altera 社や Lattice 社もこの方式を採用しています。

標準的な CMOS プロセスで製造できることから、プロセス微細化の恩恵を最も強く受けられるためです。現行 (2008 年) の SRAM 方式の FPGA の主力は 90nm と 65nm の CMOS プロセスで、集積度はかなり高いレベルに達してい

ます。

FPGA メーカーでは、以前は集積度の向上のために ASIC に先がけて最新のプロセスをいち早く導入してきました。最近では、システム効率の向上、動作速度の向上、高速トランシーバなどハード・マクロで搭載する機能の充実、IP (Intellectual Property) コアなどソフト・マクロで搭載する機能の充実、消費電力の低減、歩留まり向上や製造コストの低減、設計ツールの対応など、さまざまな要因を判断して新プロセスに移行するようになっていきます。新しいプロセスといっても、大手ファウンドリですでに実績をあげている技術を利用できるので、初期から低コストで量産が可能です。

### ● 不揮発方式のニーズは高い

SRAM は揮発性のため、外付けのコンフィグレーション・メモリが必要です。ボードの電源投入時に回路情報を転送して回路を再構成しなければなりません。再構成自体は自動的に行われますが、再構成にかかる時間や部品点数の増加は避けられないものと考えられていました。また、回路情報が外部バスを流れることから、セキュリティの問題も指摘されてきました。

これを解決するデバイスとしてアンチヒューズ方式の FPGA や、フラッシュ・メモリ方式の FPGA も登場しました。アンチヒューズ方式の FPGA は書き換え不可能な点がネックであり、書き換え可能なフラッシュ・メモリ方式の FPGA は製造プロセスが複雑なため、広くは普及していません。

### ● SRAM と不揮発メモリの混載方式の登場

そこで、2004 年頃から、SRAM 方式 LUT 構造の FPGA ブロックとフラッシュ・メモリ・ブロックを混載して、電源投入時にオンチップでコンフィグレーションを行う SRAM + フラッシュ・メモリ方式の FPGA が登場してきました (図 2)。フラッシュ・メモリ方式の中では製造が比較的容易で、部品点数や実装面積を削減できます。フラッシュ・メモリから SRAM への回路情報の転送を高速化したもの、フラッシュ・メモリの一部をユーザが利用できるものなど、さまざまな工夫も見られます。FPGA より小規模な、CPLD (Complex Programmable Logic Device) カテゴリの製品にこの構造を採用しているメーカーもあります。

この構造をさらに進めて、フラッシュ・メモリではなく、標準 CMOS プロセスで製造できる 1 タイム不揮発メモリを SRAM と混載した FPGA が登場しました。アンチヒュー

1

2

3

4

5