

定番&最新FPGAの研究 ～ Altera編～ 最もポピュラなFPGA Cyclone III/IV Eシリーズの使い方

長船 俊 Syun Osafune

数あるAltera社製デバイスのうち、よく使われているのはローエンド向けCycloneシリーズになるかと思います。ローエンドといえども、世代が進むにつれて集積度や機能も上がり、たいいていの用途にはCycloneシリーズで対応できるようになりました。ここではCyclone III/IV Eシリーズの使い方について解説します。

1 Cyclone FPGAシリーズの概要

● Cyclone FPGAシリーズ

Cyclone FPGAシリーズは低消費電力・低コストのニーズ(主に民生機器市場など)をカバーする小～中規模のFPGAです。初代となるCycloneファミリは2002年に発表され、130nmルール、全層銅配線のCMOSプロセスで製造されました。それまでFPGAデバイスは特定用途が主であり、最先端より2～3世代遅れたプロセスで作られることが多かったのですが、Cycloneでは最新の製造プロセスを使い、大量生産による低コスト化を実現しました。

その後、プロセスの微細化とハードウェア機能の追加をしながら世代を重ね、最新のCyclone VファミリではハイエンドFPGAと同等の28nmプロセスを使い、メモリ・コントローラやARMプロセッサ・コア、高速トランシーバなどのハード・マクロも内蔵しています。

このように一口に低コストFPGAと言っても、10年以上にわたるシリーズで非常に製品ラインナップの幅が広がっています。当然ながら用途や条件によって選択肢が変わってくるわけですが、その中でも現在最もポピュラなFPGAであるCyclone IIIおよびCyclone IV Eファミリについて、これらのデバイスが持つ機能とその使い方について解説していきます。

● Cyclone III

Cyclone IIIファミリは2007年に登場した民生機器向けのFPGAで、TSMC(Taiwan Semiconductor Manufacturing, 以下TSMC)社の65nmプロセスで製造されています。プロセス微細化のおかげで、それまでのCycloneファミリに比べて、内蔵メモリ量が大きく増えています。最大ロジック・エレメント数もStratixシリーズの下位品種を越えるような大規模なものがラインナップされています。

内蔵されるメモリやロジック数が大きく増えたため、コンフィグレーションには従来のEPCSシリアル

ROMのほかに、同期型のNOR型フラッシュ・メモリを使ったアクティブ・パラレル・モードが追加されています。

またユーザ回路から再コンフィグレーションを実行するリモート・コンフィグレーション機能の追加やPLLの改善などもあります。これらにより、システムの付属品だった旧来の使い方から、システムを丸ごと内蔵するSoCのキー・コンポーネントとして価格的にも機能的にも十分な性能を持つようになりました。

● Cyclone IV E

一方のCyclone IVファミリは2009年発表、60nmプロセスで製造されたFPGAになります。製品ラインナップ上では1世代異なりますが製造プロセスとしては同じ世代で、高速トランシーバ・ブロックを持つGXシリーズと高速トランシーバを持たないEシリーズの2ラインで構成されています。

Cyclone IV Eシリーズでは従来のスピード・グレードによる品種のほかにコア電圧を下げて低消費電力化を図った品種が追加されています。ですが、それ以外はCyclone IIIとほぼ同じで、同規模・同パッケージではほぼ同じのピン・アサインとなっていて置き換えが可能であったり、同規模のデバイスではQuartus II Programmerで認識されるデバイスIDも同じコードが使われているなど、扱いとしては同じ世代のデバイスと考えて差し支えありません。

以降では、説明としてCyclone IIIを紹介していきます。

2 Cyclone IIIのアーキテクチャ

Cyclone IIIのEP3C16のダイの構成を図1に示します。EP3C16はDE0で採用されているFPGAで、15,000個以上のロジック・エレメント(LE)、504Kビットの内蔵メモリ、56個の乗算器、4個のPLLを持っています。

ダイ周囲の4辺がI/Oエレメント(IOE)となっており、ここに各種I/O規格をサポートする回路が配置されピンにつながっています。四隅(EP3C5とEP3C10は対角の2カ所)にはPLLが配置されています。それ