

低コスト FPGA 製品を使用した MSAN 製品の開発

はじめに

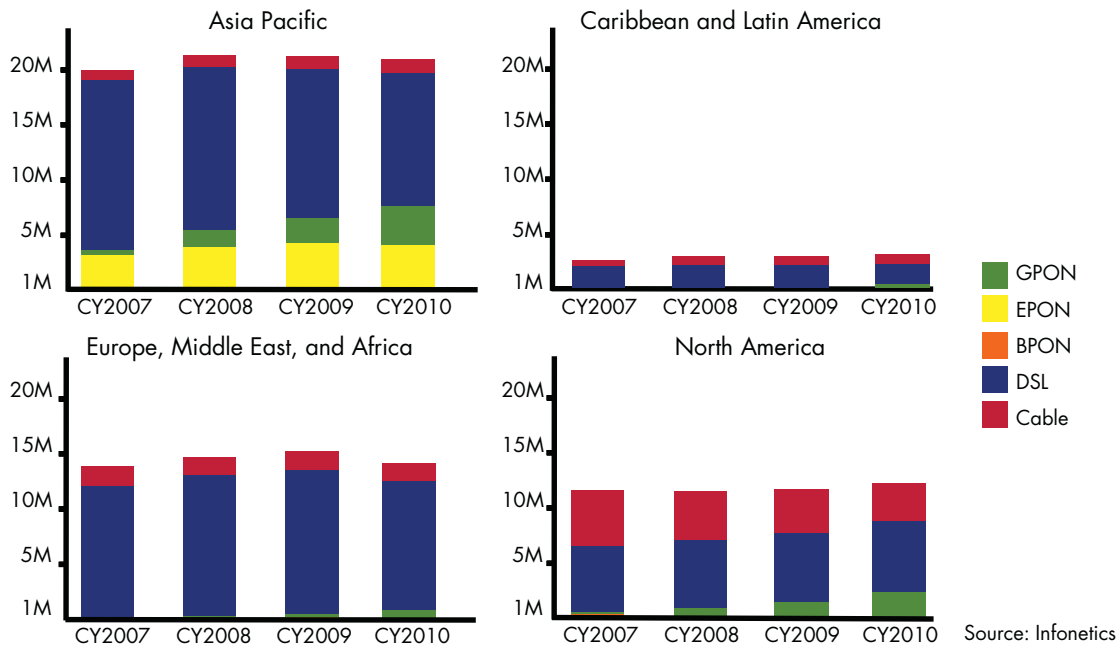
本書では、開発者に過去に使用してきたアーキテクチャの再考を迫ると同時に、MSAN (Multi-Service Access Node) アプリケーション用のスケーラブルなプラットフォームを作成するために、多くの MSAN OEM が FPGA に移行している MSAN 装置市場のトレンドについて考察します。また、5～10 Gbps MSAN アプリケーションにとって最適なソリューションとなる低コスト Cyclone® III FPGA ファミリの主な機能についても考察します。

アクセス・ネットワークの進化

ブロードバンド・アクセス・ネットワークは、時を経て銅線ベースのインフラストラクチャからファイバと銅線を混在させたネットワークへと進化してきました。地域ごとに異なる要求条件をもたらしている高速化の一途を辿るデータ・レートをサポートする開発のために、ADSL、VDSL、ケーブル、EPON、BPON、および GPON などのさまざまな技術が世界各地で敷設されています。

その一例として、図 1 に新規放送加入者の予想を示します。Infonetics では、北米地域におけるケーブル・テレビジョン・サービスの高い普及率を理由に挙げ、2010 年までにケーブル・ブロードバンド加入者の半数以上がこの地域で占められると予測しています。Passive Optical Network (PON) 加入者数は、2010 年以降も北米とアジア太平洋の両地域で合わせて年率 150% の急激な伸びが見込まれており、Gigabit PON (GPON) は中国および北米で勢いを増し、Ethernet PON (EPON) は日本で広く普及することが予想されています。欧州のブロードバンド加入者は、各国でバリエーションはあるものの今後も DSL が主流を占めるものと思われる。

図 1. 新規ブロードバンド加入者予測



これらの予想に基づき、DSL Forum などの標準化機構は、「複数のビジネス・モデルを介したサービス提供を可能にする、固有の品質、拡張性、耐障害性、およびインターワーキング機能を備えた汎用アクセス・ネットワーク・アーキテクチャ」の仕様を策定します。新しいネットワークでは、独自の展開のために独自の構成が可能なアクセス・プラットフォームが必要です。

共通の MSAN 要件

世界で使用される MSAN 装置の構造と要件は様々ですが、MSAN 装置のビジネス用途での要件は非常に似通っています。すべての MSAN 装置サプライヤは、以下に示す共通の課題の解決に取り組んでいます。

- スケーラブル・アーキテクチャによる進化し続けるビジネス要求への対応
- 増加し続けるコスト / 消費電力への対応
- 迅速な市場参入
- 競争力を獲得するための差異化
- コスト削減
- リスクの管理

ASSP ソリューションでは、要求の進化に対応するための柔軟性に限界があり、スケーラビリティも限定もしくは欠落しています。さらに、クロック・レートが上昇するに従って消費電力が増加し、競争的差異化のためのオプションも限定的です。部品陳腐化の大きなリスク、負担コストの増大、Network Processing Unit (NPU) アーキテクチャを変更する必要がある場合は市場投入時期が遅れるなど、これら多くの主要事項に十分対応することができません。多くの合併や複数のベンダが市場から完全に撤退したことにより、ハイエンド NPU ASSP サプライヤ数は大きく減少しました。表 1 に、2003 年と 2007 年のハイエンド NPU ASSP サプライヤ数の比較を示します。

表 1. 2003 年と 2007 年のハイエンド NPU プロバイダ

ハイエンド NPU プロバイダ (2003)	ハイエンド NPU プロバイダ (2007)
Agere	Agere
AMCC	AMCC
Bay Micro	Bay Micro
EZ Chip	EZ Chip
Greenfield	Greenfield
IBM	IBM
Intel	Intel
Motorola	Motorola
Procket	Procket
Raza	Raza
Xelerated	Xelerated
	Cavium

局地的な導入と要求が増え多様化が進んだため、機能が固定している ASSP デバイスでこれに対応し続けるのは困難になってきました。固定機能ソリューションのもう 1 つの問題は、通常はターゲット・アプリケーションを選択し、そのターゲットに合わせて最適化しなければならないことです。そのため、多くの地域市場の全域で開発コストを分担することができなくなります。NPU の選択は困難な作業です。設計者は最初に、その NPU が現在および将来において技術的に帯域幅要件に対応し、これらの要件を満たすことで高いコスト効率が得られることを確認する必要があります。設計者はさらに、NPU が廃品にならないことを確認する必要があります。NPU が廃止されると、特定のアーキテクチャに対して行ったすべてのコードおよび IP (Intellectual Property) への投資が無駄になり、ソリューションのトータル・コストが大幅に増加します。

FPGA を使用した MSAN 要件への適合

アルテラの低コスト FPGA は、MSAN 装置の技術的およびビジネスでの厳しい要件を満たす拡張可能で柔軟性のあるソリューションを開発するのに最適なソリューションを提供します。

進化するビジネス要求への対応

低コスト FPGA は、図 2 に示すとおり、同じ低コスト FPGA ファミリのより大型のピン互換性を持つデバイスへの移行、またはより大型の高性能 FPGA ファミリ、あるいは高性能低コスト・ストラクチャード ASIC ソリューションへの移行を通じて、今日のアプリケーションに対する柔軟なソリューション、そして将来のニーズに対する明確なロードマップを提供します。

図 2. アルテラの柔軟なソリューション

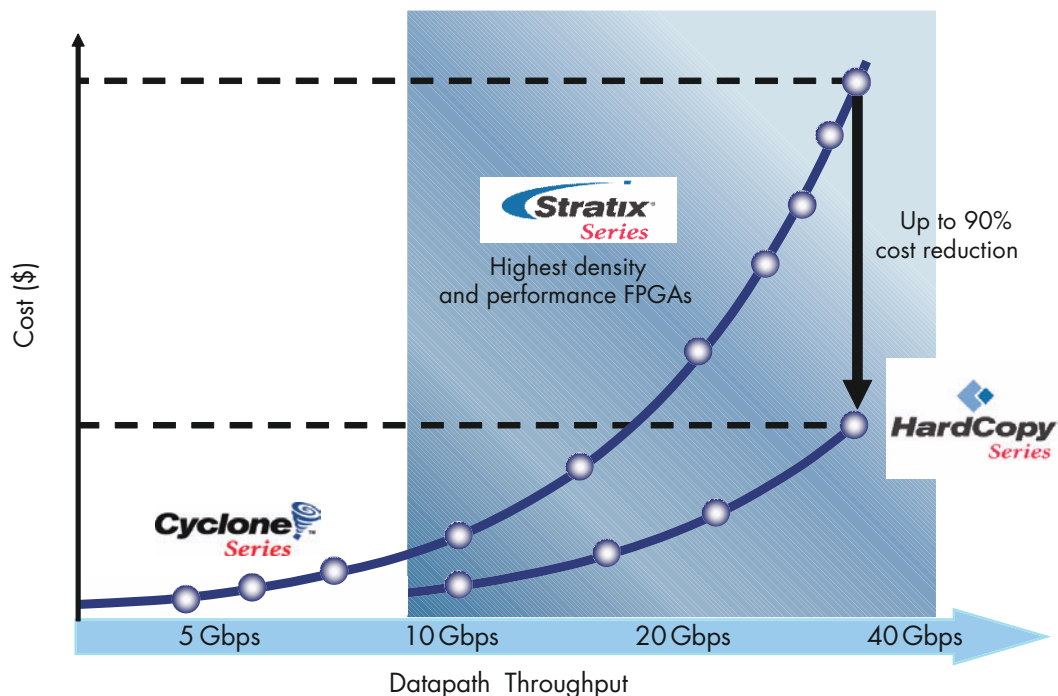


表 2 に、ASIC、社内開発または ASSP ベースの NPU、および FPGA ソリューションを使用した、変化し続けるパケット処理要求に対応するための主要要素の比較を示します。

表 2. 変化するパケット処理の要求

	社内の ASIC 開発	社内の NPU ベース 開発	ASSP ベースの 開発	FPGA ソリューションの パケット・プロセッサ
市場参入	遅い	プログラミングの複雑さによる	機能セットが適合する場合は早い、そうでない場合は次のデザイン・サイクルを待つ	早い
最初のデザインの柔軟性	高い (基本的なビルディング・ブロックが正しく配置されている場合)	高い	高い	高い
新しい機能に対応する柔軟性	なし	スループロットおよびプロセッサが使用可能な場合 (専用機能を除く)	なし	FPGA リソースを利用できる場合は、高い柔軟性を達成、既存の機能を置き換え可能
開発期間	最大 2 年	1 ~ 2 年 (複雑さにより異なる)	6 ~ 9 ヶ月	6 ~ 9 ヶ月
量産コスト性能	大量生産	中 ~ 大規模生産	大量生産	低 ~ 中規模生産
プラットフォームの成熟度 / 供給の安定性	アプリケーションごとに開発するため、安定的な供給が困難な場合がある	企業および世代ごとにプラットフォームが異なるため、安定的な供給は不確か	ベンダおよびベンダの市場シェア、インハウス・ファブまたはファブレス・モデルに応じて異なる	アルテラは FPGA 市場で大きなシェアを獲得しており、広くサポートされる事実上の標準プラットフォームを提供

厳しいコスト / 消費電力要件への対応

次世代の MSAN デザインでは、より高い処理能力が要求されますが、既存の電源要件および低消費電力のニーズによる制約を受けます。Cyclone III FPGA ファミリは、低コスト FPGA が消費電力を低減しながらも処理および統合リソースを増大させることができる一例を示しています。

コストの削減と機能の向上

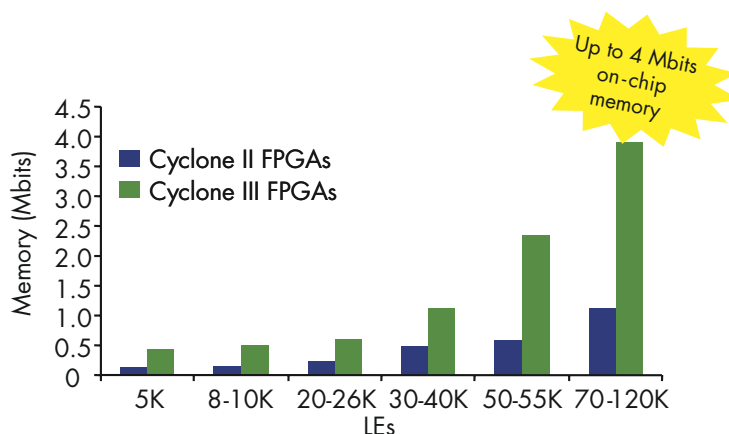
Cyclone III ファミリは、5K ~ 120K のロジック・エレメント (LE) の集積度と最大 535 本のユーザ I/O ピンを備えた 8 種類のデバイスで構成されています。表 3 のとおり、Cyclone III デバイスは、最大 4 M ビットのエンベデッド・メモリ、288 個のエンベデッド 18 × 18 マルチプライヤ、専用の外部メモリ・インタフェース回路、PLL (Phase-Locked Loop)、および高速差動 I/O 機能を提供します。

表 3. Cyclone III FPGA の概要

デバイス	EP3C5	EP3C10	EP3C16	EP3C25	EP3C40	EP3C55	EP3C80	EP3C120
LE 数	5,136	10,320	15,408	24,624	39,600	55,856	81,264	119,088
M9K エンベデッド・メモリ・ブロック数 (1)	46	46	56	66	126	260	305	432
トータル RAM 数 (K ビット)	414	414	504	594	1,134	2,340	2,745	3,888
エンベデッド 18 × 18 ビット・マルチプライヤ数	23	23	56	66	126	156	244	288
PLL 数	2	2	4	4	4	4	4	4
最大ユーザ I/O ピン数	182	182	346	215	535	377	429	531
差動チャンネル数	70	70	140	83	227	163	181	233

TSMC の低消費電力 65 nm プロセスをベースに開発された Cyclone III FPGA は、65 nm FPGA の中で最も低い消費電力を達成しています。シリコンとソフトウェアの最適な機能セットは、その他多くのコストおよび消費電力重視のアプリケーションに加えて、広帯域幅の並列処理を実現します。Cyclone III ファミリは、MSAN アプリケーションによりよく適合するために、従来の Cyclone FPGA ファミリおよび競合する低コスト FPGA を上回る固有の最適化機能を備えています。最も重要な改善点は、MSAN 装置で一般的なメモリを多用するパケット処理アプリケーションへのニーズに直接関係するメモリ / ロジック比が大幅に上昇したことです。図 3 に、Cyclone II FPGA ファミリと Cyclone III ファミリのロジック集積度あたりのメモリ容量の増加を示します。

図 3. Cyclone III の MSAN アプリケーションに対するメモリ / ロジック比の増加



低消費電力

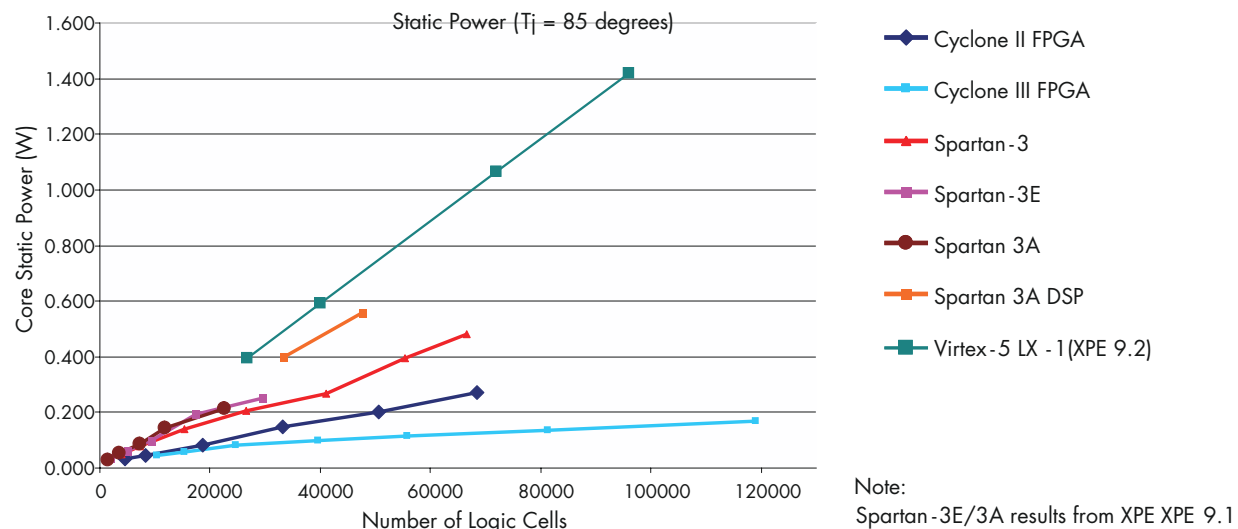
消費電力は、今日の電子機器設計における大きな問題です。制限要因としては、変更できないボードへの熱シーリングや変更できない電源がありますが、デバイスの消費電力および放逸される熱が主要な問題の 1 つであり、エンド・システムの競争力に影響を与えます。FPGA の消費電力を大幅に低減することによって、FPGA ベンダはデバイスに搭載されるロジックおよびその他のリソースを増やすことができるため、設計者は消費電力を削減しながらシステムに次世代機能を追加することができます。

アルテラ Cyclone III FPGA ファミリの開発における最大の目標は、デバイスの相対的な消費電力を低減しながら、カスタム・デザインの性能を維持することでした。この目標を達成するために、アルテラは TSMC が開発した、携帯電話のチップ・セットに採用されているプロセス技術と同じ最新の 65 nm LP テクノロジーを使用することを選択し、これによって低消費電力プロセスをベースに設計された初の FPGA が誕生しました。さらに、性能と低リーク電流のニーズのバランスを取るために、慎重に検討した上で各回路エレメントのトランジスタ・タイプを決定しました。

トランジスタ・スレッシュホールド電圧とは、トランジスタをターンオンさせるのにトランジスタ・ゲートに印加する必要がある最小電圧です。トランジスタのスレッシュホールドが高くなると性能が低下しますが、リーク電流も減少します。高スレッシュホールド・トランジスタは、コンフィギュレーション RAM などの速度が重要でない回路で使用することができます。トランジスタ・スレッシュホールド電圧が低下すると、リーク電流は増えますが、トランジスタがより速くターンオンでき、性能が向上します。これらのトランジスタは、LE データ・パスのような性能重視の回路でのみ使用されます。リーク電流を減らすもう 1 つの方法は、低スレッシュホールド電圧トランジスタを使用し、比較的高性能を維持しながらトランジスタ・チャンネル長を延長して、リーク電流を減らすことです。

消費電力を低減するためのアルテラ LP テクノロジーの選択およびインテリジェント・デザイン最適化の使用により、Cyclone III FPGA は消費電力の点で他の低コスト FPGA ファミ리를凌駕します。図 4 に、y 軸のコア・スタティック消費電力と x 軸上のロジック・セル数の比較を示します。Cyclone III デバイスは、すべての集積度でスタティック消費電力の利点を提供します。集積度が高くなるほど利点も大きくなります。スタティック消費電力は全消費電力の 1 要素であり、デバイスの停止時または実行時にスタティック消費電力を低く抑えることは、厳しい消費電力要件を満たすうえで大きなアドバンテージです。

図 4. Cyclone III FPGA のスタティック消費電力の利点



迅速な市場参入と競争のための差異化

アルテラおよびパートナーは、主要な MSAN アプリケーション向けに豊富な IP (Intellectual Property) ライブラリ、リファレンス・デザインおよびターンキー・ソリューションを提供しています。Cyclone III デバイスでは、これらのソリューションを IP-DSLAM 装置のバックプレーン・インタフェース、パケット処理、および Utopia/POS-PHY インタフェース向けに容易にカスタマイズおよび差異化することができます。設計者は、「Time to Market」およびカスタム化のニーズに応じて、カスタム・ソリューションを作成するかターンキー・ソリューションを購入するかを選択できます。いずれの場合も、図 5 に示す IP、リファレンス・デザイン、およびアルテラとそのパートナーが提供する IP を使用することで、有利なスタートを切ることができます。

図 5. アルテラの FPGA MSAN ソリューションおよびパートナーの概要



コストおよびリスクの低減

低コスト FPGA は、有線通信、ワイヤレス・インフラストラクチャ装置、車載用インフォテイメントおよびネットワーク・アプリケーション、医療、軍用、およびコンシューマ・エレクトロニクスなどの広範囲のアプリケーションで使用することができます。この幅広いユーザ・ベースにより、FPGA サプライヤは製品の大量生産を通じた単価の大幅な削減を達成でき、アプリケーションの用途が限定される固定機能の ASSP デバイスと比較して、より長期間にわたり市場での需要を維持することができます。これらのアプリケーション分野の多くで、開発サイクルおよび製品サイクルが長期に及び、それを高い信頼性の下でサポートできるのはプログラマブル・ロジック・デバイスのみです。FPGA ソース・コードは移植可能であるため、特定の部品が陳腐化した場合でも、設計者は同じソフトウェアおよび IP を活用して、デザインを次世代 FPGA デバイスに簡単にエクスポートすることができます。

まとめ

低コスト FPGA は、以下のアプリケーションで求められる共通のビジネスおよび技術的な要件に効率よく対応することによって、MSAN 装置メーカーに競争力をもたらします。

- スケーラブル・アーキテクチャにより進化するビジネス要求への対応
- 厳しいコスト / 消費電力要件への対応
- 迅速な市場参入
- 競争力を獲得するための差異化
- コスト削減
- リスクの管理

すべての低コスト FPGA が同じ構造というわけではありません。高度なシステム統合および低消費電力動作を目標とする低コスト FPGA を選択することで、デザインのシステム・コスト、運用コスト、および全負担コストを効果的に削減することができます。

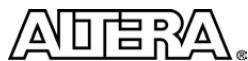
詳細情報について

- Customizing Multi-Service Access Network Silicon:
www.altera.co.jp/literature/wp/wp-01030_j.pdf
- Infonetics:
www.infonetics.com

謝辞

- Robert Kruger, Product Marketing Manager, Low-Cost Products, Altera Corporation

この資料は英語版を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。こちらの日本語版は参考用としてご利用ください。設計の際には、最新の英語版で内容をご確認ください。



101 Innovation Drive
San Jose, CA 95134
www.altera.com

Copyright © 2007 Altera Corporation. All rights reserved. Altera, The Programmable Solutions Company, the stylized Altera logo, specific device designations, and all other words and logos that are identified as trademarks and/or service marks are, unless noted otherwise, the trademarks and service marks of Altera Corporation in the U.S. and other countries. All other product or service names are the property of their respective holders. Altera products are protected under numerous U.S. and foreign patents and pending applications, maskwork rights, and copyrights. Altera warrants performance of its semiconductor products to current specifications in accordance with Altera's standard warranty, but reserves the right to make changes to any products and services at any time without notice. Altera assumes no responsibility or liability arising out of the application or use of any information, product, or service described herein except as expressly agreed to in writing by Altera Corporation. Altera customers are advised to obtain the latest version of device specifications before relying on any published information and before placing orders for products or services.