

## 概要

ザイリンクス XA Artix®-7 (オートモーティブ) FPGA は、大量受注型のオートモーティブアプリケーション向けに、小型フォーム ファクターを使用したパッケージで低コストおよび低消費電力を最重要として最適化されています。ワットあたりで使用可能なロジック数は、Spartan®-6 ファミリーよりも多くなっています。

最先端の高性能/低消費電力 (HPL) の 28nm High-k メタル ゲート (HKMG) プロセス テクノロジーを採用した XA Artix-7 FPGA は、ワットあたりで従来以上のロジックが使用可能で、低コスト向けのデバイスとしてそれを再定義するものです。52Gb/s の I/O 帯域幅、100,000 ロジック セル容量、264GMAC/s の DSP デジタル信号処理、そして柔軟性に優れたビルトイン DDR3 メモリ インターフェイスを備え、圧倒的なシステム性能の向上を実現しているこのデバイスは、高スループットかつ低コストの新しいクラスのオートモーティブアプリケーションを可能にします。XA Artix-7 FPGA はさらに、統合された高度なアナログ ミックスド シグナル (AMS) テクノロジーなど、ハイエンド機能も多数提供します。また、12 ビット 1MSPS で 17 チャネルの独立したアナログ-デジタル コンバーターを 2 つシームレスに実装し、統合を進めることでアナログも含まれるようになりました。最も重要な点として、XA Artix-7 FPGA は最大温度 125°C というオートモーティブグレードの高い仕様を満たします。

## XA Artix-7 FPGA の特長

- オートモーティブの温度
  - I グレード:  $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$
  - Q グレード:  $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$
- オートモーティブの規格
  - ISO-TS16949 準拠
  - AEC-Q100 認定
  - PPAP (Production Part Approval Process: 製造部品承認プロセス) 資料
  - AEC-Q100 認定以外の規格も要求に応じて利用可能
- 完全な 6 入力のルックアップ テーブル (LUT) テクノロジーをベースとする最先端の高性能 FPGA ロジックは、分散メモリとしても構成可能
- オンチップのデータ バッファー用に FIFO ロジックを内蔵する 36Kb デュアルポート ブロック RAM
- 100,000 ロジック セルでのサブワット性能
- 最高 800Mb/s の DDR3 インターフェイスをサポートする高性能 SelectIO™ テクノロジー
- 600Mb/s から最高 500Mb/s ~ 6.25Gb/s のレートをサポートする内蔵シリアル トランシーバーによる高速シリアル コネクティブティで 50Gb/s のピーク帯域幅が可能 (全二重)
- ユーザーが設定可能なアナログ インターフェイス (XADC) は、温度および電源計測用のオンチップ センサーを持つ 12 ビット、1MSPS の汎用アナログ/デジタル コンバーターを 2 つ備えている
- シングルエンドおよび差動 I/O 規格で最大 1.25Gb/s をサポート
- 240 の DSP48E1 スライスで最大 264GMAC の信号処理
- PLL (位相ロック ループ) と MMCM (ミックスド モード クロック マネージャー) ブロックを組み合わせた CMT (クロック マネジメント タイル) によって高精度で低ジッターのクロック制御
- 最高で x4 Gen2 のエンドポイントをサポートする PCI Express® (PCIe) 用統合ブロック
- 汎用メモリ、HMAC/SHA-256 認証を用いた 256 ビット AES 暗号化、内蔵型 SEU 検出および訂正のサポートを含む多様なコンフィギュレーション オプション
- 低コストのワイヤボンド パッケージは、同一パッケージのファミリー間で簡単に移行可能で、すべてのパッケージを鉛フリーで提供
- 高性能かつ最も低い消費電力を実現するよう設計された 28nm、HKMG、HPL プロセス、1.0V コア電圧のプロセス テクノロジーを採用
- オートモーティブ向けの強力なサードパーティ エコシステムが、IP、開発ボード、デザイン サービスを提供

© Copyright 2014-2017 Xilinx, Inc. Xilinx, Xilinx のロゴ、Artix、ISE、Kintex、Spartan、UltraScale、Virtex、Vivado、Zynq、およびこの文書に含まれるその他の指定されたブランドは、米国およびその他の各国のザイリンクス社の商標です。PCI、PCIe、および PCI Express は PCI-SIG の商標であり、ライセンスに基づいて使用されています。すべてのその他の商標は、それぞれの所有者に帰属します。

本資料は表記のバージョンの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。資料によっては英語版の更新に対応していないものがあります。日本語版は参考用としてご使用の上、最新情報につきましては、必ず最新英語版をご参照ください。

## XA Artix-7 FPGA の機能一覧

表 1: XA Artix-7 FPGA デバイスの機能一覧

デバイス	ロジックセル	コンフィギュラブルロジックブロック (CLB)		DSP48E1スライス <sup>(2)</sup>	ブロック RAM ブロック <sup>(3)</sup>			CMT <sup>(4)</sup>	PCIe <sup>(5)</sup>	GTP	XADC ブロック	総 I/Oバンク <sup>(6)</sup>	最大ユーザー I/O <sup>(7)</sup>
		スライス <sup>(1)</sup>	最大分散 RAM (Kb)		18Kb	36Kb	最大 (Kb)						
XA7A12T	12,800	2,000	171	40	40	20	720	3	1	2	1	3	150
XA7A15T	16,640	2,600	200	45	50	25	900	5	1	4	1	5	210
XA7A25T	23,360	3,650	313	80	90	45	1,620	3	1	4	1	3	150
XA7A35T	33,280	5,200	400	90	100	50	1,800	5	1	4	1	5	210
XA7A50T	52,160	8,150	600	120	150	75	2,700	5	1	4	1	5	210
XA7A75T	75,520	11,800	892	180	210	105	3,780	6	1	4	1	6	285
XA7A100T	101,440	15,850	1,188	240	270	135	4,860	6	1	4	1	6	285

- 注記:
- 7 シリーズ FPGA の各スライスには、4 つの LUT と 8 つのフリップフロップが含まれ、一部のスライスでのみ LUT を分散 RAM または SRL として使用できます。
  - 各 DSP スライスには 25 × 18 乗算器、加算器、アキュムレータが 1 つずつ含まれます。
  - ブロック RAM は基本的に 36Kb ですが、2 つの独立した 18Kb ブロックとしても使用できます。
  - 各 CMT には MMCM と PLL が 1 つずつ含まれます。
  - XA Artix-7 FPGA の PCI Express 用インターフェイスブロックは最高 ×4 Gen 2 をサポートします。
  - コンフィギュレーションバンク 0 は含まれません。
  - 記載の数値に GTP トランシーバーは含まれません。

表 2: XA Artix-7 デバイスとパッケージの各組み合わせにおける最大 I/O 数

パッケージ <sup>(1)</sup>	CPG236		CPG238		CSG324		CSG325		FGG484	
サイズ (mm)	10 x 10		10 x 10		15 x 15		15 x 15		23 x 23	
ボールピッチ (mm)	0.5		0.5		0.8		0.8		1.0	
デバイス	GTP	I/O	GTP	I/O	GTP	I/O	GTP	I/O	GTP	I/O
		HR <sup>(2)</sup>		HR <sup>(2)</sup>		HR <sup>(2)</sup>		HR <sup>(2)</sup>		HR <sup>(2)</sup>
XA7A12T			2	112			2	150		
XA7A15T	2	106			0	210	4	150		
XA7A25T			2	112			4	150		
XA7A35T	2	106			0	210	4	150		
XA7A50T	2	106			0	210	4	150		
XA7A75T					0	210			4	285
XA7A100T					0	210			4	285

- 注記:
- 記載されているパッケージはすべて鉛フリーです。
  - HR は High Range I/O で、1.2V から 3.3V の I/O 電圧をサポートします。

## CLB、スライス、および LUT

CLB アーキテクチャの主な特長は次のとおりです。

- 完全な 6 入力ルックアップテーブル (LUT)
- LUT 内のメモリ機能
- レジスタおよびシフトレジスタ機能

7 シリーズ FPGA のルックアップテーブル (LUT) は、出力が 1 つの 6 入力 LUT (64 ビット ROM) として、または出力は別々でアドレスまたはロジック入力共通の 2 つの 5 入力 LUT (32 ビット ROM) として構成できます。各 LUT 出力はオプションとしてフリップフロップでラッチできます。このような LUT が 4 つ、それらのフリップフロップ 8 つ、マルチプレクサー、そして演算キャリアロジックがスライスを構成し、2 つのスライスが CLB (コンフィギュラブルロジックブロック) を構成します。各スライスの 8 つのフリップフロップのうち 4 つ (各 LUT から 1 つずつ) は、ラッチとして構成できます。

全スライスの 25 ~ 50% が LUT を 64 ビットの分散 RAM として、あるいは 32 ビットのシフトレジスタ (SRL32) か 2 つの SRL16 として使用できます。最近の合成ツールでは、このような高効率のロジック、演算、およびメモリ機能を活かした合成が実行されます。

## クロック管理

クロック マネージメント アーキテクチャの主な特長は次のとおりです。

- 低スキューのクロック分配を実現する高速バッファおよび配線
- 周波数合成および位相シフト
- 低ジッターのクロック生成およびジッターのフィルタリング

各XA Artix-7 FPGA には 3 個～6 個の CMT (クロック マネージメント タイム) が含まれ、各 CMT は MMCM (ミックスド モード クロック マネージャー) と PLL (位相ロック ループ) 1 つずつで構成されています。

## MMCM および PLL

MMCM と PLL には共通の特長が多数あります。これらは共に、入力クロックの広範な周波数の合成回路およびジッター フィルターとしての機能を提供します。これらのコンポーネントの中心は、PFD (位相周波数検出回路) からの入力電圧に従って、それを高速化または低速化する VCO (電圧制御オシレーター) です。

さらに、これらにはプログラム可能な 3 つの周波数分周回路 (D、M、O) があります。前置分周器 D (コンフィギュレーションおよび DRP を介してプログラム可能) は入力周波数を低減させ、従来の PLL 位相/周波数コンパレータの入力 1 つを供給します。フィードバック分周器 M (コンフィギュレーションおよび DRP を介してプログラム可能) は、位相コンパレータのその他の入力を供給する前に VCO 出力を分周するため、乗算器として機能します。D および M は、VCO が指定された周波数範囲内となるように適切に選択する必要があります。VCO には等分された 8 つの出力位相

(0°、45°、90°、135°、180°、225°、270°、315°) があります。それぞれが出力分周器の 1 つ (PLL の場合は O0 ~ O5 の 6 つ、MMCM の場合は O0 ~ O6 の 7 つ) を駆動するよう選択できます。これらの各分周器は、1 ~ 128 の任意の整数で分周するようにコンフィギュレーションでプログラム可能です。

MMCM および PLL には入力ジッターのフィルター モードとして、狭帯域モード、広帯域モード、最適化モードの 3 つがあります。狭帯域モードではジッターの減衰が優先され、位相オフセットが最小になりません。広帯域モードでは位相オフセットが優先され、ジッターの減衰が最大にはなりません。最適化モードの場合、ツールによって最適な設定が指定されます。

## MMCM のその他のプログラマブル機能

MMCM は、フィードバック パス (乗算器として機能) または出力パスの 1 つに分数カウンターを持つことができます。これらのカウンターは 1/8 という整数以外の増分をサポートするため、周波数を 8 の倍数で合成できます。

MMCM は、小さな単位で増分させる固定位相シフトまたは動作中に変更可能な位相シフトもサポートします。増分は VCO 周波数に依存し、たとえば 1440MHz では 12.5ps となります。

## クロック分配

各 7 シリーズ FPGA は異なる 6 タイプのクロック ライン (BUFG、BUFR、BUFIO、BUFH、BUFMR、高性能クロック) を提供し、大きなファンアウト、短い伝搬遅延、非常に小さなスキューなどのさまざまなクロッキング要件に対応します。

## グローバル クロック ライン

各 7 シリーズ FPGA が備える 32 のグローバル クロック ラインは最大のファンアウトを提供し、全フリップフロップ クロック、クロック イネーブル、セット/リセット、および多数のロジック入力に使用できます。クロック領域には 12 のグローバル クロック ラインがあり、並行ラインのクロック バッファ (BUFH) で駆動されます。これらの BUFH はそれぞれを独立して有効あるいは無効にできることから、ある領域内にあるクロックをオフにでき、これによってクロック領域の消費電力を細かく制御できるようになります。これらのラインはグローバル クロック バッファで駆動できるだけでなく、グリッチなしでクロックを多重伝送したり、クロック イネーブルとしての機能を果たします。グローバル クロックは、通常 CMT から駆動されるため、基本的なクロック分散遅延が完全に削除されません。

## リージョナル クロック

リージョナル クロックは、それがあある領域の全クロックを駆動できます。領域とは、I/O 50 個分と CLB 50 個分の高さ、およびデバイスの半分の幅を持つ任意のエリアです。XA Artix-7 FPGA には 6 ~ 8 の領域があり、すべての領域に 4 つのリージョナル クロック トラックがあります。各リージョナル クロック バッファは、4 つの CC (クロック兼用) 入力ピンのいずれかから駆動でき、周波数はオプションとして 1 ~ 8 の任意の整数で分周可能です。

## I/O クロック

I/O クロックは非常に高速で、I/O ロジックおよびシリアライザー/デシリアライザー (SerDes) 回路にのみ使用します (「I/O ロジック」参照)。7 シリーズ デバイスには、低ジッターで高性能なインターフェイス用に MMCM から I/O への直接接続があります。

## ブロック RAM

ブロック RAM の主な特長は次のとおりです。

- 最大ポート幅が 72 ビットのデュアルポート 36Kb ブロック RAM
- プログラム可能な FIFO ロジック
- オプションとして内蔵型エラー訂正回路

すべての XA Artix-7 FPGA に 20 ~ 135 個のデュアルポート ブロック RAM があり、それぞれが 36Kb を格納します。各ブロック RAM には、格納されたデータを共有する以外は完全に独立した 2 つのポートがあります。

### 同期動作

読み出しまたは書き込みのメモリ アクセスは、クロックによって制御されます。すべての入力、データ、アドレス、クロック イネーブル、書き込みイネーブルはレジスタが付きます。クロックなしではいかなる動作も生じません。入力アドレスは常にクロックされ、次の動作までデータを保持します。オプションとしての出力データのパイプライン レジスタは、1 サイクル分のレイテンシが増加する代わりに、より高いクロックレートでの動作を可能にします。

書き込み動作中、データ出力は前に保存されたデータまたは新たに書き込まれたデータを反映させるか、変更なしでそのまま維持することができます。

### プログラム可能なデータ幅

各ポートは 32K × 1、16K × 2、8K × 4、4K × 9 (または 8)、2K × 18 (または 16)、1K × 36 (または 32)、512 × 72 (または 64) のいずれかに構成できます。2 つのポートには別々の比率を指定でき、これに対する制限はありません。

各ブロック RAM は完全に独立した 2 つの 18Kb ブロック RAM に分割でき、それぞれを 16K × 1 ~ 512 × 36 の任意のアスペクト比で構成できます。36Kb ブロック RAM について説明した内容は、分割した各 18Kb ブロック RAM にも当てはまります。

シンプルデュアルポート (SDP) モードでのみ、18 ビット (18Kb RAM の場合) または 36 ビット (36Kb RAM の場合) 以上のデータ幅がサポートされます。このモードでは、一方のポートが読み出し専用、もう一方のポートが書き込み専用となります。そして、1 つ (読み出しまたは書き込み) のデータ幅がプログラム可能で、もう 1 つが 32/36 または 64/72 に固定されます。

デュアルポート 36Kb RAM の場合は両方の幅がプログラム可能です。

2 つの隣接した 36Kb ブロック RAM をカスケード接続し、追加ロジックなしで 64K × 1 のデュアルポート RAM として構成できます。

### エラー検出および訂正機能

64 ビット幅のブロック RAM は、追加で 8 つのビットのハミングコードビットを生成、格納、そして使用でき、読み出し中にシングルビットエラーの訂正、ダブルビットエラーの検出 (ECC) を実行します。ECC ロジックは 64 ~ 72 ビット幅の外部メモリへの書き込み、またはそのメモリからの読み出しにも使用できます。

### FIFO コントローラー

シングルクロック (同期) またはデュアルクロック (非同期/マルチレート) 動作に対応する内蔵型の FIFO コントローラーは、内部アドレス値を増分させ、Full、Empty、Almost Full、Almost Empty の 4 つのフラグを提供します。Almost Full および Almost Empty フラグは自由にプログラムできます。ブロック RAM と同様に、FIFO の幅およびワード数はプログラム可能ですが、書き込みポートと読み出しポートの幅は常に同一です。

First-Word Fall-Through モードでは、最初の読み出し前でも最初に書き込まれたワードがデータ出力に現れます。そして、最初のワードが読み出された後は、通常モードと同様に動作します。

## デジタル信号処理 - DSP スライス

DSP の主な特長は次のとおりです。

- 25 × 18 の 2 の補数乗算器/48 ビットの高分解能アキュムレータによる信号処理
- 対称フィルタアプリケーションに最適化され、消費電力を抑えることが可能な前置加算器
- その他の高度な機能: パイプライン化オプション、ALU オプション、専用カスケード接続

DSP アプリケーションは、専用の DSP スライスに最適に実装された多数のバイナリ乗算器およびアキュムレータを使用します。すべての 7 シリーズ FPGA は、専用で完全にカスタマイズされた低消費電力 DSP スライスを数多く装備し、システムデザインの柔軟性を維持しながら、高速処理および小型化を実現しています。

各 DSP スライスは基本的に、専用の 25 × 18 ビット 2 の補数乗算器および 48 ビット アキュムレータで構成され、これらは共に 550MHz での動作を可能にする性能を持ちます。乗算器は動作中にバイパスでき、2 つの 48 ビット入力は SIMD (単一命令複数データ) 演算ユニット (デュアルの 24 ビット加算/減算/累算、またはクワッドの 12 ビット加算/減算/累算)、またはオペランドが 2 つの 10 個の異なるロジックファンクションから任意の 1 つを作成可能なロジックユニットに入力できます。

DSP には、通常対称フィルタに使用される前置加算器が追加されています。この加算器により、高密度に実装されたデザインの性能が向上し、DSP スライス数が最大 50% 削減されます。また、収束丸め (偶数丸めとも呼ばれる) あるいは対称丸めに使用できる 48 ビット幅のパターン検出回路も備えています。パターン検出回路をロジック ユニットと併用する場合には、96 ビット幅のロジック ファンクションが実装可能です。

DSP スライスは多数のパイプラインおよび拡張性能を提供し、デジタル信号処理だけでなくその他多くのアプリケーションで速度と効率性を向上させます。このようなアプリケーションには、バス幅の広いダイナミック シフター、メモリ アドレス ジェネレーター、多入力マルチプレクサー、メモリ マップされた I/O レジスタ ファイルが含まれます。また、アキュムレータは同期のアップ/ダウン カウンターとしても使用可能です。

## 入力/出力

入力/出力の主な特長は次のとおりです。

- 最高 800Mb/s の DDR3 インターフェイスをサポートする高性能 SelectIO テクノロジー

I/O ピン数は、デバイスおよびパッケージサイズによって異なります。各 I/O ピンはコンフィギュレーション可能で、多数の規格に準拠しています。電源ピンおよび一部のコンフィギュレーション専用ピンを除き、すべてのパッケージピンは同一の I/O 性能を持ち、特定のバンク規則によってのみ制約されます。XA Artix-7 FPGA の I/O は High Range (HR) として分類されます。HR I/O は、1.2 ~ 3.3V までの最も広範な I/O 電圧をサポートします。

XA Artix-7 FPGA の HR I/O ピンは、各バンクに 50 ピンずつ分割されています。各バンクには 1 つの共通  $V_{CCO}$  出力電源があり、これは特定の入力バッファにも電源を供給します。一部のシングルエンドの入力バッファには、内部生成の、あるいは外部に基準電圧 ( $V_{REF}$ ) が必要です。バンクあたり 2 つの  $V_{REF}$  ピンがありますが (コンフィギュレーション バンク 0 は除く)、1 つのバンクで使用できる  $V_{REF}$  電圧値は 1 つのみです。

## I/O 電気特性

シングルエンド出力は従来型の CMOS プッシュ/プル出力構造を使用するもので、 $V_{CCO}$  は High を、グラウンドは Low を駆動し、ハイインピーダンス状態も可能です。システム設計者はスルーレートおよび駆動能力を指定できます。入力は常にアクティブですが、出力がアクティブの間は通常無視されます。また、各ピンはオプションとして、弱いプルアップまたはプルダウン抵抗を付けることができます。

ほとんどの信号ピンペアが、差動入力ペアまたは出力ペアとして構成できます。さらに、差動入力ペアを  $100\Omega$  の内部抵抗で終端できるオプションもあります。7 シリーズのすべてのデバイスは LVDS 以外の差動規格として RSDS、BLVDS、差動 SSTL、差動 HSTL をサポートします。

各 I/O は、シングルエンドおよび差動の HSTL、SSTL などのメモリ I/O 規格をサポートします。SSTL I/O 規格は、データ レートが 800Mb/s までの DDR3 インターフェイス アプリケーションをサポート可能です。

## 低電力 I/O 機能

I/O の IBUF および IDELAY には低電力モードがあり、特にメモリ インターフェイスの実装時に、低消費電力化を図ることができます。

## I/O ロジック

### I/O レジスタおよび入力遅延

すべての入力および出力は組み合わせ、またはレジスタ付きとして設定でき、ダブル データ レート (DDR) が全入力および出力でサポートされています。すべての入力は、それぞれを 78ps、52ps、または 39ps 単位で最大 32 タップ分個別に遅延させることができ、この遅延は IDELAY としてインプリメントされます。遅延ステップ数はコンフィギュレーションで設定できますが、使用中にも増加または減少させることが可能です。

## ISERDES および OSERDES

アプリケーションの多くは、デバイス内部で高速なビット シリアル I/O とより低速なパラレル動作を組み合わせます。これには、I/O 構造内にシリアライザーおよびデシリアライザー (SerDes) が必要です。各 I/O ピンには 8 ビットの IOSERDES (ISERDES と OSERDES) があり、2、3、4、5、6、7、または 8 ビットの幅 (プログラム可能) でシリアルからパラレル、あるいはパラレルからシリアルへデータを変換します。さらに、2 つの隣接したピン (通常は差動 I/O) からの IOSERDES を 1 つずつカスケード接続することで、10 および 14 ビットの幅の広い変換がサポートされます。ISERDES には、1.25Gb/s LVDS I/O ベースの SGMII インターフェイスなどのアプリケーション向けに非同期データ リカバリをサポートする特別なオーバーサンプリング モードがあります。



## 低電力ギガビット トランシーバー

低電力ギガビット トランシーバーの主な特長は次のとおりです。

- 最大 6.25Gb/s のレートをサポートする高性能トランシーバー (GTP)
- チップ間インターフェイス用に最適化された低電力モード
- 高性能な送信プリエンファシスおよびポストエンファシス、受信リニア イコライザー (CTLE) シリアル リンクの調整を容易にするレシーバーのイコライゼーションでの自動適応およびオンチップのアイ スキャン

XA Artix-7 ファミリーには最大で 4 個のトランシーバー回路があり、CPG236 および CPG238 パッケージで最大 2 個、CSG325 および FGG484 パッケージで最大 4 個のトランシーバー回路が搭載されています。各シリアル トランシーバーは、トランスミッターとレシーバーの組み合わせで構成されています。シリアル トランシーバーでは、リング オシレーターによって広い周波数調整範囲が生成可能です。低速なデータレートは、FPGA ロジックでのオーバーサンプリングによって実現可能です。シリアル トランスミッターおよびレシーバーは高度な PLL アーキテクチャを使用する独立した回路で、基準周波数入力をプログラム可能な 25 までの値で逡倍することでビット シリアル データ クロックを生成します。トランシーバーそれぞれに、ユーザー定義可能な多数の機能およびパラメーターがあります。これらはすべてコンフィギュレーション中に定義でき、その多くは動作中にも変更できます。

### トランスミッター

トランスミッターは基本的に、変換比率が 16、20、32、または 40 のパラレル-シリアル コンバーターです。このため、データパス幅とタイミング マージンのトレードオフによって高性能が要求されるデザインにも対応できます。トランスミッターの出力は、シングルチャネルの差動出力信号で PC ボードを駆動します。TXOUTCLK は適切に分周されたシリアル データ クロックで、内部ロジックからのパラレル データを直接ラッチするために使用できます。入力されるパラレル データはオプシジョンの FIFO を通り、十分なデータ遷移が生じるようハードウェアでの 8B/10B、64B/66B、または 64B/67B エンコードがサポートされています。ビット シリアル 出力信号は、差動信号によって 2 つのパッケージ ピンを駆動します。この出力信号ペアは、信号振幅幅とプリおよびポストエンファシスがプログラム可能で、PC ボードでの信号ロスやほかのインターコネクト特性を補います。より短いチャネルでは、振幅幅を小さくすることで低消費電力化が可能です。

### レシーバー

レシーバーは基本的に、入力ビット シリアル 差動信号をそれぞれ 16、20、32、または 40 ビット幅のパラレル ストリーム ワードに変換するシリアル/パラレル コンバーターです。これにより、内部データ幅とさまざまなロジックのタイミング マージンのバランスの取れた設計が可能になります。レシーバーは入力差動データ ストリームを受け取って、それを (PC ボードやほかのインターコネクト特性を補うため) プログラム可能なリニア イコライザーおよび DFE を介し、基準クロック入力を使用してクロックの認識を開始します。データ パターンは NRZ (Non-Return-to-Zero) エンコードを使用し、オプションとして選択したエンコード方式を用いることで十分なデータ遷移が生じるようにします。パラレル データは RXUSRCLK クロックを使用して FPGA ロジックに転送されます。短いチャネルの場合、トランシーバーを特別な低電力モード (LPM) で使用できます。

## Out-of-Band 信号

トランシーバーは、高速シリアル データ転送がアクティブでないときに、トランスミッターからレシーバーへ低速の信号を転送するためによく使用される Out-of-Band (OOB) 信号を提供します。通常、リンクがパワー ダウン ステートにあるか初期化されていない場合がこれに該当し、この機能は PCI Express および SATA/SAS のアプリケーションで有用です。

## PCI Express デザイン用統合インターフェイス ブロック

PCI Express 用統合ブロックの主な特長は次のとおりです。

- PCI Express Base Specification 2.1 に準拠し、エンドポイントとルート ポート機能に対応
- Gen1 (2.5Gb/s) および Gen2 (5Gb/s) をサポート
- アドバンス コンフィギュレーション オプション、アドバンス エラー レポート (AER)、および End-to-End CRC (ECRC) 機能

すべての 7 シリーズ デバイスには、PCI Express Base Specification Revision 2.1 に準拠するよう設計され、エンドポイントまたはルート ポートとしてコンフィギュレーション可能な PCI Express 用の統合ブロックが少なくとも 1 つ搭載されています。ルート ポートは、ルート コンプレックス相当の機能を提供し、PCI Express プロトコルを用いた FPGA 間のカスタム通信を可能にするだけでなく、イーサネット コントローラーやファイバー チャネル HBA などの ASSP エンドポイント デバイスを FPGA に接続します。

このブロックはシステム デザイン要件に従うよう高度にコンフィギュレーション可能で、2.5Gb/s および 5.0Gb/s のデータ レートで 1、2、または 4 レーンの動作をサポートします。高性能アプリケーション向けには、ブロックを高度にバッファーすることで、1,024 バイトまでの柔軟性に優れた最大ペイロード サイズを提供します。また、シリアル コネクティビティ用に統合された高速トランシーバーと、データ バッファー用にはブロック RAM とインターフェイスします。全体として、これらのエレメントは PCI Express プロトコルの物理層、データ リンク層、そしてトランザクション層をインプリメントします。

ザイリンクスは、さまざまな構築ブロック (PCI Express 用統合ブロック、トランシーバー、ブロック RAM、クロック リソース) をエンドポイントまたはルート ポート ソリューションに活用できるようにする軽量、コンフィギュラブル、かつ簡単に使用できる

LogiCORE™ IP ラッパーを提供しています。レーン幅、最大ペイロード サイズ、FPGA ロジック インターフェイス速度、基準クロック周波数、およびベース アドレス レジスタのデコードとフィルタリングなど、数多くのパラメーターをシステム設計者が制御できます。

ザイリンクスは AXI4-Stream およびメモリ マップされた AXI4 用の 2 つのラッパーを提供しています。7 シリーズ デバイスの場合、PCI Express 用統合ブロックで従来の TRN/ローカル リンクは使用できません。AXI4-Stream は、このブロックを既に使用しているデザイン用に設計されたもので、TRN から AXI4-Stream への移行を容易にします。メモリ マップされた AXI4 はザイリンクス Platform Studio/EDK デザイン フローおよび MicroBlaze™ プロセッサ ベースのデザイン用に提供されているものです。

PCI Express デザインのソリューションに関する資料および詳細は、<https://japan.xilinx.com/technology/protocols/pciexpress.htm> から入手できます。

## コンフィギュレーション

ザイリンクス 7 シリーズ FPGA は、次のような高度なコンフィギュレーション機能を備えています。

- 高速 SPI および BPI (パラレル NOR) コンフィギュレーション
- ビルトイン MultiBoot およびセーフ アップデート機能
- HMAC/SHA-256 認証を使用した 256 ビット AES 暗号化
- ビルトイン SEU 検出および訂正
- パーシャル リコンフィギュレーション

XA Artix-7 FPGA は、カスタマイズしたコンフィギュレーション データを SRAM タイプの内部ラッチに格納します。コンフィギュレーション ビット数は、デバイス サイズおよびユーザー デザインのインプリメンテーション オプションによって 10Mb ~ 31Mb です。コンフィギュレーション データは揮発性の媒体に格納されるため、FPGA への電源投入ごとに再ロードする必要があります。格納されたデータは、PROGRAM\_B ピンを Low にすることで、随時再ロードできます。コンフィギュレーション データは複数の方法およびデータ形式でロード可能で、これは 3 つのモード ピンで決定します。

SPI インターフェイス (×1、×2、および ×4 モード) と BPI インターフェイス (パラレル NOR ×8 および ×16) の 2 つは、FPGA のコンフィギュレーションによく使用される方法です。この方法では、ユーザーが SPI または BPI フラッシュを FPGA に直接接続し、FPGA 内部のコンフィギュレーション ロジックがフラッシュからビットストリームを読み出して、その FPGA をコンフィギュレーションします。FPGA がオンザフライで自動的にバス幅を検出するため、外部からの制御や切り替えは不要で、サポートされるバス幅は、SPI では ×1、×2、×4、BPI では ×8 と ×16 です。また、バス幅が広いほど、コンフィギュレーション速度は高くなり、電源を投入してから FPGA が起動するまでに必要な時間が短縮されます。CPG236 パッケージの XA7A12T、XA7A15T、XA7A25T、XA7A35T、XA7A50T では BPI はサポートされません。また、CPG238 パッケージの XA7A12T および XA7A25T でもサポートされません。

マスター モードの場合、FPGA は内部生成されたクロックからコンフィギュレーション クロックを駆動可能ですが、コンフィギュレーションをより高速で実行するため、外部のコンフィギュレーション クロック ソースを使用することもできます。これにより、マスターモードの使い易さを活かしたコンフィギュレーションが可能になります。一方、最大 32 ビット幅のスレーブ モードもサポートされており、これは特にプロセッサによるコンフィギュレーションの場合に有用です。

FPGA は、SPI または BPI フラッシュを使用して別のイメージでリコンフィギュレーションできるため、外部コントローラーは不要となります。データ送信時にエラーが生じた場合でも、FPGA は元のデザインを再ロードできるため、その処理の最後には動作可能な FPGA としてコンフィギュレーションされます。これは特に、最終的な製品が出荷された後でデザインを更新する際に役立ちます。つまり、初期バージョンのデザインで製品が出荷できるため、製品をいち早く市場に投入できることとなります。この機能によって、製品がすでにフィールドにある状態で、最新のデザインをエンドユーザーに提供し続けることが可能となります。

ダイナミック リコンフィギュレーション ポート (DRP) により、システム設計者は、MMCM、PLL、XADC、トランシーバー、PCI Express 用統合ブロックのコンフィギュレーション レジスタおよびステータス レジスタに簡単にアクセスできます。DRP はメモリにマップされたレジスタのように動作し、ブロック固有のコンフィギュレーション ビット、ステータス レジスタ、制御レジスタへのアクセスおよび変更が可能です。

## 暗号化、リードバック、パーシャル リコンフィギュレーション

すべての 7 シリーズ デバイスでは、重要なカスタマー IP を含む FPGA ビットストリームを 256 ビットの AES 暗号および HMAC/SHA-256 認証を使用して保護し、デザインの不正なコピーを防止します。FPGA はコンフィギュレーション中に、内部に格納された 256 ビットのキーを用いて、これをオンザフライで復号化します。このキーは、バックアップ バッテリー付きの RAM か揮発性の eFUSE に保存できます。

ほとんどのコンフィギュレーション データは、システム動作に影響を与えることなくリードバック可能です。通常はすべてをコンフィギュレーションするか、まったくコンフィギュレーションしないかのどちらかですが、ザイリンクス 7 シリーズ FPGA はパーシャル リコンフィギュレーションをサポートしています。これは、FPGA の一部のみを変更し、ほかの部分はそのまま維持することを可能にする非常に有益で柔軟性に優れた機能です。設計者はリコンフィギュレーション可能な部分を時分割で処理し、より小さなデバイスにさらに多くの IP を含めることができるため、コストおよび消費電力の削減につながります。パーシャル リコンフィギュレーションを適用できるデザインでは、FPGA の多様性は大幅に向上します。

## XADC (Analog-to-Digital Converter)

XADC アーキテクチャの主な特長は次のとおりです。

- 2 個の 12 ビット、1MSPS のアナログ/デジタル コンバーター (ADC)
- 最大 17 個の柔軟でユーザー コンフィギュレーション可能なアナログ入力
- オンチップ リファレンスまたは外部リファレンスを選択可能
- オンチップの温度 (最大誤差 ±4°C) および電源電圧 (最大誤差 ±1%) センサー
- JTAG を介して連続的に ADC の計測結果にアクセス

すべてのザイリンクス 7 シリーズ FPGA は、XADC と呼ばれる、柔軟性に優れた新しいアナログ インターフェイスを備えています。7 シリーズ FPGA が持つプログラマブル ロジックの性能と組み合わせることにより、データ取得と計測に関する幅広い要件に対応します。詳細は、<http://japan.xilinx.com/ams> を参照してください。

XADC には専用のトラックおよびホールド アンプを持つ 12 ビットで 1MSPS の ADC が 2 つと、1 つのオンチップアナログ マルチプレクサー (最大 17 の外部アナログ入力チャンネルをサポート)、オンチップ温度/電源電圧センサーが含まれます。2 つの ADC は、2 つの外部アナログ入力チャンネルを同時にサンプルするように構成できます。トラックおよびホールド アンプは、単極、双極、差動の幅広いアナログ入力をサポートします。アナログ入力は、1MSPS のサンプルレートで 500KHz 以上の信号帯域幅をサポートします。専用のアナログ入力を用いて外部アナログ マルチプレクサー モードを使用すると、さらに広いアナログ帯域幅をサポートできます (『7 シリーズ FPGA および Zynq-7000 All Programmable SoC XADC デュアル 12 ビット 1MSPS アナログ/デジタル コンバーター ユーザー ガイド』(UG480: 英語版、日本語版) 参照)。

XADC は、オプションとしてオンチップの基準回路 (±1%) を使用するため、温度や電源レールの基本的なオンチップ モニタリング用に外部にアクティブなコンポーネントは必要ありません。ADC の 12 ビットの性能を十分に発揮させるには、外部に 1.25V のリファレンス IC を使用することを推奨します。

XADC をデザインにインスタンス化しない場合のデフォルトでは、XADC はすべてのオンチップ センサーの出力をデジタル化します。最も新しい計測結果は、最大および最小の測定結果と共に専用のレジスタに格納され、JTAG インターフェイスを介して常時アクセスできます。また、ユーザー定義のアラームしきい値によって超過温度イベントおよび許容外の温度変動を自動的に知らせることができ、ユーザーが指定した制限値 (100°C など) を用いて自動的に電源を切断するようにもできます。

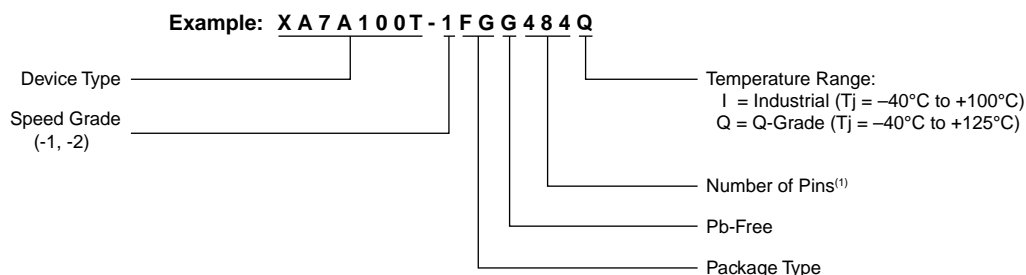
## XA Artix-7 FPGA の注文情報

表 3 に、この FPGA で提供されているスピード グレードおよび温度グレードを示します。一部のデバイスでは、入手可能なスピード グレードと温度グレードに制限があります。

表 3 : XA Artix-7 スピード グレードと温度範囲

XA Artix-7 ファミリ	デバイス	スピード グレードと温度範囲	
		インダストリアル (I) -40°C ~ +100°C	オートモーティブ (Q) -40°C ~ +125°C
XA Artix-7	すべて	-1I、-2I	-1Q

図 1 に示す XA Artix-7 FPGA の注文情報は、鉛フリー パッケージを含むすべてのパッケージに適用されます。デバイス パッケージ マーキングの詳細は、『7 シリーズ FPGA パッケージおよびピン配置ガイド』(UG475: 英語版、日本語版) の「パッケージ マーク」を参照してください。



1) Some package names do not exactly match the number of pins present on that package. See UG475, 7 Series FPGAs Packaging and Pinout User Guide for package details.

DS197\_01\_100213

図 1 : 注文情報



## 改訂履歴

次の表に、この文書の改訂履歴を示します。

日付	バージョン	内容
2017年11月15日	1.3	表2のCPG238パッケージ情報を更新。
2017年2月23日	1.2	表1および表2にXA7A12TとXA7A25Tを追加。新しいデバイスに伴い、「クロック管理」、「ブロックRAM」、「低電力I/O機能」、「I/Oレジスタおよび入力遅延」を更新。
2014年10月10日	1.1	Preliminary製品仕様からProduction製品仕様に変更。表1および表2にXA7A15Tを追加し、関連するセクション「ブロックRAM」、「コンフィギュレーション」を更新。
2014年1月20日	1.0	初版

## 免責事項

本通知に基づいて貴殿または貴社(本通知の被通知者が個人の場合には「貴殿」、法人その他の団体の場合には「貴社」。以下同じ)に開示される情報(以下「本情報」といいます)は、ザイリンクスの製品を選択および使用することのためにのみ提供されます。適用される法律が許容する最大限の範囲で、(1)本情報は「現状有姿」、およびすべて受領者の責任で(with all faults)という状態で提供され、ザイリンクスは、本通知をもって、明示、黙示、法定を問わず(商品性、非侵害、特定目的適合性の保証を含みますがこれらに限られません)、すべての保証および条件を負わない(否認する)ものとします。また、(2)ザイリンクスは、本情報(貴殿または貴社による本情報の使用を含む)に関係し、起因し、関連する、いかなる種類・性質の損失または損害についても、責任を負わない(契約上、不法行為上(過失の場合を含む)、その他のいかなる責任の法理によるかを問わない)ものとし、当該損失または損害には、直接、間接、特別、付随的、結果的な損失または損害(第三者が起こした行為の結果被った、データ、利益、業務上の信用の損失、その他あらゆる種類の損失や損害を含みます)が含まれるものとし、それは、たとえ当該損害や損失が合理的に予見可能であったり、ザイリンクスがそれらの可能性について助言を受けていた場合であったとしても同様です。ザイリンクスは、本情報に含まれるいかなる誤りも訂正する義務を負わず、本情報または製品仕様のアップデートを貴殿または貴社に知らせる義務も負いません。事前の書面による同意のない限り、貴殿または貴社は本情報を再生産、変更、頒布、または公に展示してはなりません。一定の製品は、ザイリンクスの限定的保証の諸条件に従うこととなるので、<https://japan.xilinx.com/legal.htm#tos>で見られるザイリンクスの販売条件を参照してください。IP コアは、ザイリンクスが貴殿または貴社に付与したライセンスに含まれる保証と補助的条件に従うこととなります。ザイリンクスの製品は、フェイルセーフとして、または、フェイルセーフの動作を要求するアプリケーションに使用するために、設計されたり意図されたりしていません。そのような重大なアプリケーションにザイリンクスの製品を使用する場合のリスクと責任は、貴殿または貴社が単独で負うものです。<https://japan.xilinx.com/legal.htm#tos>で見られるザイリンクスの販売条件を参照してください。

## 自動車用のアプリケーションの免責条項

オートモーティブ製品(製品番号に「XA」が含まれる)は、ISO 26262 自動車用機能安全規格に従った安全コンセプトまたは余剰性の機能(「セーフティ設計」)がない限り、エアバッグの展開における使用または車両の制御に影響するアプリケーション(「セーフティアプリケーション」)における使用は保証されていません。顧客は、製品を組み込むすべてのシステムについて、その使用前または提供前に安全を目的として十分なテストを行うものとします。セーフティ設計なしにセーフティアプリケーションで製品を使用するリスクはすべて顧客が負い、製品の責任の制限を規定する適用法令および規則にのみ従うものとします。

この資料に関するフィードバックおよびリンクなどの問題につきましては、[jpn\\_trans\\_feedback@xilinx.com](mailto:jpn_trans_feedback@xilinx.com)まで、または各ページの右下にある[フィードバック送信]ボタンをクリックすると表示されるフォームからお知らせください。いただきましたご意見を参考に早急に対応させていただきます。なお、このメールアドレスへのお問い合わせは受け付けておりません。あらかじめご了承ください。