

# ARMのトータル設計ソリューション(3) 設計の再利用を推進するオープンな標準オンチップバス

## AMBA™ 2.0

AMBA™ (アドバンスド・マイクロコントローラ・バス・アーキテクチャ) バスは、オープンで標準化されたバス仕様です。高周波数帯域動作を可能にする高性能システムバスAMBA AHBや、低周波数帯域用のAMBA APBがあります。

### はじめに

当社は、IPWareプログラム強化の一環として、英国ARM社の32ビットRISCマイクロプロセッサ「ARM7TDMI™」のライセンスを取得しています。ARM7TDMIは、携帯電話の分野において、グローバルスタンダードのプロセッサとなっているほか、マストレージの分野においても、その性能が高く評価されています。

当社では、IPWareプログラムを通じてARMコアを提供し、お客様に最適なソリューションをご提案していきます。

ARM社では、トータルデザインソリューションとして、ARM開発ボード、ソフトウェア開発ツール、デバッグなどを提供し、プログラマが一貫した手法でARM搭載製品の開発を、より迅速に行えるよう活動しています。また、設計の再利用を推進していくうえで、その基盤となるバスの標準化にも努めています。

本稿では、ARM社の提唱する、オープンで標準化されたバス仕様「AMBA™ (アドバンスド・マイクロコントローラ・バス・アーキテクチャ) バス」についてご説明します。

### AMBA2.0

AMBAベースのマイクロコントローラは通常、外部メモリ周波数帯域を維持する高性能システムのメインバス (AMBA AHBまたはAMBA ASB) から構成されます。このバスにはCPU、オンチップメモリ、ダイレクトメモリアクセス (DMA) ユニットなどが接続されます。このバスは、転送の大部分に関与するユニット間の高周波数帯域用インタフェースを提供します。また、この高性能バスには、システム内の周辺ユニットが接続され、低周波数帯域用APBへのブリッジも接続されています。

図1にAMBAバスの構成と特長を示します。

AMBA APBは、周波数帯域が高いパイプライン方式メインシステムバスからの2次バスとして、周辺マクロセル通信の基本設計手法を提供します。周辺ユニットは、次のような特長があります。

- メモリマップレジスタとなるインタフェースを備えている
- 高周波数帯域用インタフェースを持たない
- プログラム制御のもとでアクセスされる

外部メモリインタフェースはその用途に特化されており、狭いデータバスしか持っていない場合があります。しかし、システムと独立した試験装置を用いて、内部のAMBA AHB, ASB, およびAPBモジュールを個別に試験できるテストアクセスモードをサポートしています。

### AMBA AHB

AHBは次世代のAMBAバスで、高性能で論理合成可能な設計の要求に応えます。AHBは複数のバスマスタをサポートし、高周波数帯域動作を可能にする高性能システムバスです。AMBA AHBは高性能・高クロック周波数システムに必要な機能を実装しており、次の機能が含まれています。

- バースト転送
- 分割トランザクション
- シングルサイクルバスマスタ・ハンドオーバ
- シングルクロックエッジ動作
- 非トライステート実行
- 広いデータバス幅構成 (64/128ビット)

この高度なバスと現行のASB/APBは、ブリッジで容易に接続できるため、既存の設計も容易に統合できます。

AMBA AHB設計では1つ以上のバスマスタを組み込むことができます。通常、システムは最低でもプロセッサとテストインタフェースを組み込みます。一般には、ダイレクトメモリアクセス (DMA) またはデジタル信号プロセッサ (DSP) がバスマスタとして組み込まれます。

外部メモリインタフェース、APBブリッジ、内部メモリは、最も一般的なAHBスレーブです。システム内のその他の周辺ユニットも、AHBスレーブとして組み込むことができます。しかし、低周波数帯域用周辺ユニットは通常、APBに接続されます。代表的な

AMBA AHBシステム設計では、次のコンポーネントが組み込まれています。

#### ● AHBマスタ

バスマスタは、アドレスと制御情報を提供することにより読み出し/書き込み動作を開始できます。バスを実際に使用できるのは、一度に1つのバスマスタだけです。

#### ● AHBスレーブ

バススレーブは、一定範囲のアドレス空間内での読み出し/書き込み動作に応答します。バススレーブはアクティブマスタにデータ転送の成功、失敗、または待ちの信号を返します。

#### ● AHBアービタ

バスアービタは、一度に1つのバスマスタだけにデータ転送を開始させます。たとえアービトレーションプロトコルが固定されていても、アプリケーションの要求により、最優先アクセスまたは正当アクセスなどのアービトレーショナルゴリズムを実行できます。

単一バスマスタシステムにおいては、AHBにはアービタが1つしか組み込まれません。

#### ● AHBデコーダ

AHBデコーダは、各転送のアドレスを解釈し、その転送に関与するスレーブの選択信号を提供します。すべてのAHBに対して1つの集中型デコーダが必要です。

#### ● バースト転送

#### ● バイブライン転送動作

#### ● マルチバスマスタ

代表的なAMBA ASBシステムは、1つ以上のバスマスタ、例えば最低でもプロセッサとテストインタフェースを組み込みます。しかし一般には、ダイレクトメモリアクセス (DMA) またはデジタル信号プロセッサ (DSP) がバスマスタとして組み込まれています。

外部メモリインタフェース、APBブリッジ、内部メモリは、最も一般的なASBスレーブです。システム内のその他の周辺ユニットも、ASBスレーブとして組み込むことができます。しかし、低周波数帯域用周辺ユニットは通常、APBに接続されます。

AMBA ASBシステム設計では通常、次のコンポーネントが組み込まれています。

#### ● ASBマスタ

バスマスタは、アドレスと制御情報を提供することにより読み出し/書き込み動作を開始できます。バスを実際に使用できるのは一度に1つのバスマスタだけです。

#### ● ASBスレーブ

バススレーブは、一定範囲のアドレス空間内での読み出し/書き込み動作に応答します。バススレーブはアクティブマスタにデータ転送の成功、失敗、または待ちの信号を返します。

#### ● ASBデコーダ

バスデコーダは転送アドレスを解釈し、適切なスレーブを選択します。また、バス転送が必要でないときにもバスを動作可能状態に保持します。

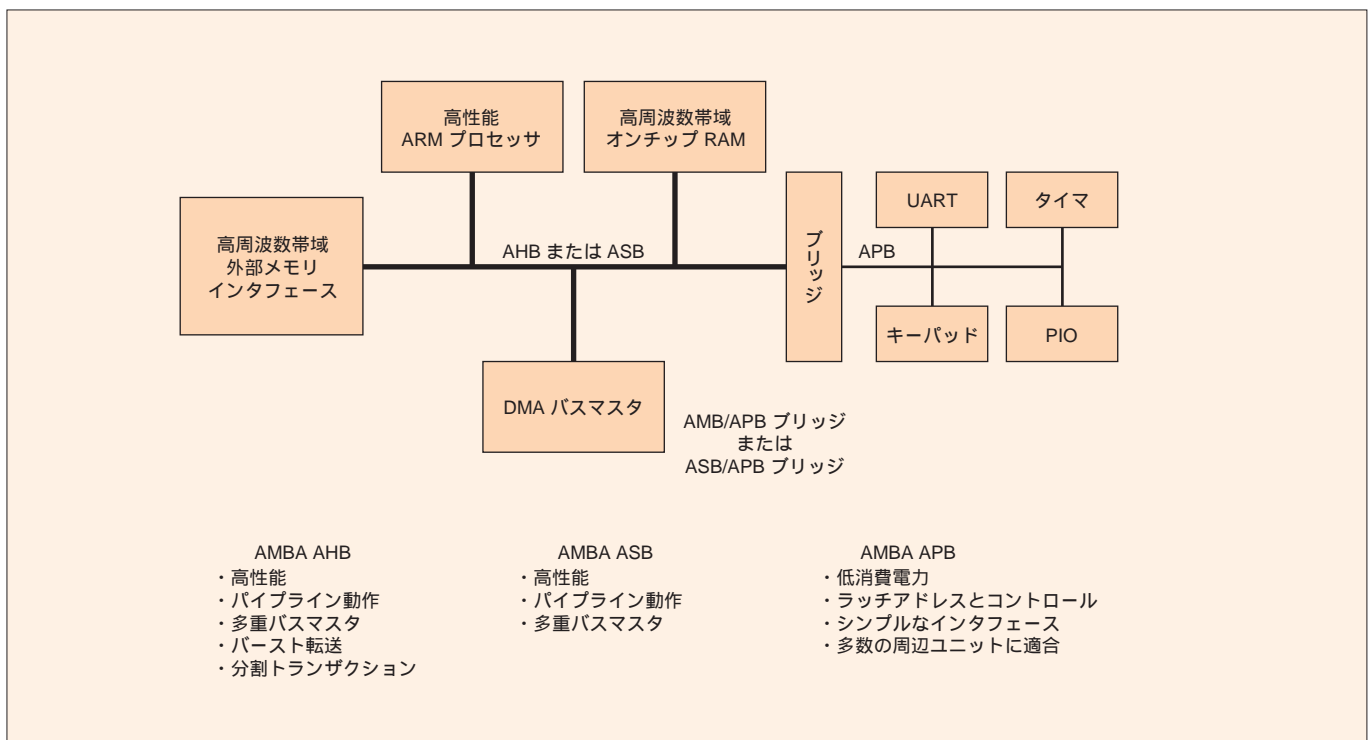
#### ● ASBアービタ

バスアービタは、一度に1つのバスマスタだけにデータ転送を開

## AMBA ASB

ASBは第一世代のAMBAシステムバスです。ASBはAPBの上に位置し、次の機能を含む、高性能システムに必要な機能を実装しています。

図1 AMBAバス構成と特長



始させます。たとえアービトレーションプロトコルが固定されていても、アプリケーションの要求により、最優先アクセスまたは正当アクセスなどのアービトレーションアルゴリズムを実行できます。

単一バスマスタシステムにおいては、ASBにはアービタが1つしか組み込まれません。

## AMBA APB

APBはAMBAバス階層の一部で、消費電力を最少にし、インタフェースの複雑さを低減するために最適化されています。

AMBA APBは、単一のAHBまたはASBスレーブデバイスとしてまとめられたローカルな2次バスとして機能します。APBは、AHBまたはASB信号に基づいた、低消費電力な拡張機能をシステムバスに提供します。

APBブリッジは、ローカル周辺バスの代わりにバスハンドシェイクと制御信号の再度タイミング調節を処理するスレーブモジュールとして機能します。システムバスの起点からAPBインタフェースを規定することにより、システム診断と試験方法の利点を利用できます。AMBA APBは、周波数帯域が小さく、パイプライン方式バスインタフェースに、高性能を必要としない周辺ユニットとのインタフェースをとるために使用されます。最新バージョンのAPBは、すべての信号遷移がクロックの立ち上がりエッジによってのみ決まるように規定されています。この改良により、APB周辺ユニットはどんな設計フローにも容易に統合でき、次のような利点が得られます。

- 高周波数動作をより容易に実現できる
- 性能がクロックのマーク/スペース比に依存しない
- シングルクロックエッジの使用により静的タイミング解析が簡単
- 自動テスト挿入について特別に考慮する必要がない
- 多くの特定用途向けIC (ASIC) ライブラリには、優れた立ち上がりエッジレジスタが使われている
- サイクルベース・シミュレータとの統合が容易

APBに対するこれらの変更により、APBとAHB間の接続もより容易になります。

AMBA APBの実装には通常、AHBまたはASB転送をASB上のスレーブデバイスに適したフォーマットに変換するのに必要な、1つのAPBブリッジが組み込まれます。このブリッジは、APB周辺ユ

ニットの選択信号を発生させるのに、解読だけでなく、アドレス信号・データ信号・制御信号のすべてをラッチします。

APBに接続されているその他のモジュールは、すべてAPBスレーブです。

図2にAPBスレーブのインタフェース仕様を示します。

AMBA仕様はオープンなバス規格です。ARM社のホームページ上で無料公開されており、契約書を取り交わすだけで利用できます。

このほかにもARM社では、SoC設計用に、AMBAに準拠した再利用可能なペリフェラルIPも提供しています。AMBAに関する詳細は、ARM社のホームページ (<http://www.arm.com/Pro+Peripherals/AMBA/>) をご覧ください。

日本語ホームページ <http://www.arm.com/jp/>

\*ARM7TDMIおよびAMBAは、ARM Limitedの商標です。

図2 APBスレーブのインタフェース仕様

