

FB-DIMMのコマンド、データ、およびレーン・トラフィックの検証



FB-DIMMの実装に向けての準備

FB-DIMM（完全バッファ型デュアル・インライン・メモリ・モジュール）により、サーバやワークステーションのメモリ容量が拡大し、動作の信頼性が高まり、保守も容易になります。このアプリケーション・ノートでは、FB-DIMM設計の検証方法を説明しています。製造メーカーの仕様との適合性を確認することで、正しく、信頼性の高い動作が実現可能になります。

はじめに

メモリ・システムやそのコンポーネントの設計エンジニアは、FB-DIMM製品の市場化に際し、さまざまな面倒なテストを実施する必要があります（図1）。

これらのテストは、FB-DIMM設計の検証、特性評価、およびデバッグを行うためのものです。製品の互換性と信頼性を保証するためには、FB-DIMM仕様に関する検証が必要になります。

FB-DIMM設計の実装には、高速エッジ、高周波のクロック、および高速シリアル信号を使用するため、設計エンジニアがこれまで経験したことのない問題が発生することがあります。従来のメモリ設計では、信号タイミングや振幅変動にもマージンがありましたが、FB-DIMMでは期待できません。FB-DIMMの高速信号では設計のマージンが減少し、FB-DIMMメモリ・システムのシグナル・インテグリティを確保するためには、デジタル信号のアナログ特性がより重要な意味を持つようになりました。

FB-DIMMのコマンド、データ、およびレーン・トラフィックの検証

アプリケーション・ノート

設計エンジニアは、設計サイクルの複雑化および短期間化に対応するために、FB-DIMMテストを最適化する必要があります。設計エンジニアがこのような困難な状況をクリアし、より良いFB-DIMM設計をより短期間で実装できるようにするために、当社ではTLA7000シリーズ・ロジック・アナライザをご提案します。

このアプリケーション・ノートでは、まずFB-DIMMのコマンドとデータの検証について説明し、その後、FB-DIMMのメモリ・レーン・トラフィックの検証について説明します。

FB-DIMMのコマンドとデータの検証

AMB (アドバンスド・メモリ・バッファ) は、FB-DIMMのDDR2 SDRAM (Double Data Rate 2 Synchronous Dynamic Random Access Memory) へのあらゆる信号を制御し、メモリの初期化、メモリのリフレッシュ、メモリへのデータの書き込み、およびメモリからのデータの読み取りを実行します。FB-DIMMの設計エンジニアは、AMBのDDR2 SDRAMに対するこれらの動作が正しく実行されることを確認し、メモリの確実な動作を保証する必要があります。問題が発生する可能性がある領域としては、モードレジスタの初期化エラー、メモリ・コマンドのシーケンス・エラー、リフレッシュ・エラー、コマンドのタイミング異常、データ・エラーなどが考えられます。

包括的なテスト・ソリューション

図2に示すように、AMBによるDDR2 SDRAMの制御機能の検証、テスト、およびデバッグには、当社のTLA7000シリーズ・ロジック・アナライザ、TLA7AA4型ロジック・アナライザ・モジュール、P6860型/P6864型ロジック・アナライザ・プローブ、およびNexus Technology社のNEX-FBD-NEXVuを使用します。AMBはDDR2 SDRAMへのすべての信号を制御します。これには、クロック、コマンド、アドレス、バンク・アドレス、データ、データ・マスク、データ・ストロブなどが含まれ、これによりAMBは、DDR2 SDRAMのコンフィグレーション、データの書き込み、読み取りを実行します。また、DDR2 DIMMと同様、FB-DIMMでも複数ランクのメモリを使用できます。

Nexus Technology社のNEX-FBD-NEXVuは、図3に示すように、AMBを搭載したFB-DIMM、DDR2 SDRAM、およびロジック・アナライザのプロービングのためのフットプリントで構成されています。NEX-FBD-NEXVuには、NEX-FBD-NEXVuのFB-DIMMからのデータを収集できるよう、ロジック・アナライザを設定するためのロジック・アナライザ・プロセッサ・サポート・ソフトウェアと、収集したデータをデコードするためのソフトウェアも含まれています。

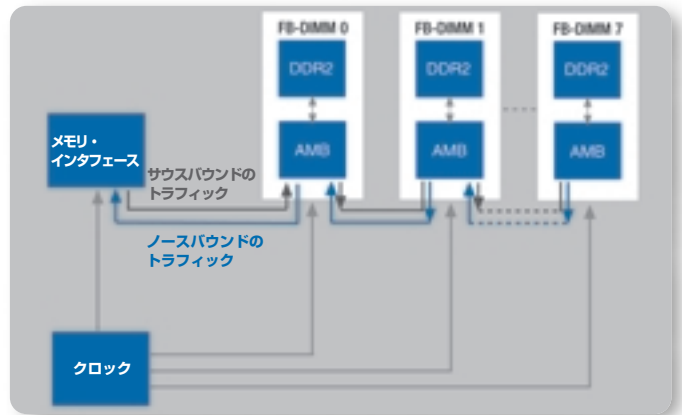


図1: FB-DIMMアーキテクチャの概要

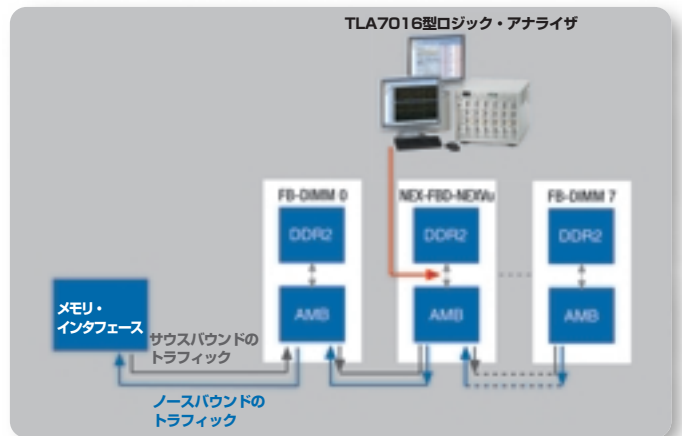


図2: FB-DIMM上のAMBとDDR2 SDRAM間の信号とコマンドをモニタ

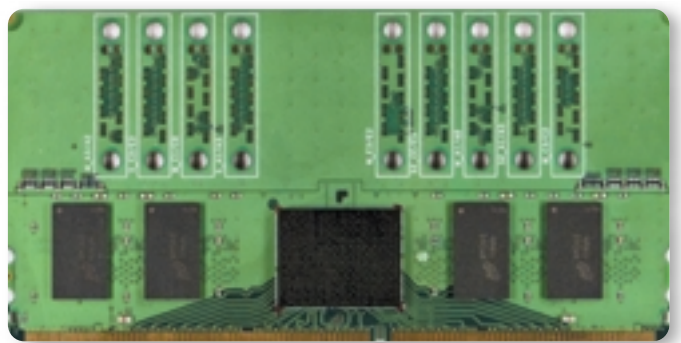


図3: Nexus Technology社のNEX-FBD-NEXVuは、FB-DIMM上のAMBとDDR2 SDRAM間の信号とコマンドをモニタします。中央下にAMBがあり、AMBの両側にDDR2 SDRAMがあります (画像はNexus Technology, Inc.提供)。

Sample	FBDNXV3A Address	FBDNXV3A Mnemonics	Timestamp
6	044A	MRS - MODE REGISTER SET (50#)	544.825,500 us
	044A	Normal MRS	
	044A	PD Mode: Standard	
	044A	Write Recovery: 3	
	044A	DLL Reset: No	
	044A	Operating Mode: Normal	
	044A	Latency: 4	
	044A	Burst Type: Interleaved	
7	4184	MRS - MODE REGISTER SET (50#)	349.045,000 us
	4184	Extended MRS	
	4184	RDQS Enable: No	
	4184	DQS# Enable: Enable	
	4184	OCD Operation: Undefined	
	4184	Rtt: 75 ohm	
	4184	Additive Latency: 0	
	4184	Output Drive Strength: 100%	
4184	DLL Enable: Enable (Normal)		

図4: AMBによるDDR2 SDRAMのモード・レジスタと拡張モード・レジスタのプログラミング

1本のプローブで3種類の同時測定

DDR2 SDRAMのFBGAパッケージからのトレースと、ロジック・アナライザのフットプリントへのトレースは、回路ボード内に備えられたアイソレーション抵抗により、電気的に分離されます。このフットプリントは、当社P6860型/P6864型ロジック・アナライザ・プローブ用に設計されています。最大限のシグナル・インテグリティを確保するため、P6860型/P6864型プローブは、NEXVuの回路ボードに直接接続します。また、測定対象の信号の劣化を軽減するため、回路ボードではプローブ・コネクタを使用しません。

P6860型/P6864型ロジック・アナライザ・プローブは、1本でロジック・アナライザとオシロスコープの両方に信号を供給できます。このため、1本のプローブで同時に3種類の測定が実行できます。ロジック・アナライザは、125psの高分解能MagniVuタイミング、および最高1.25Gbpsのステート・アクイジションで同時に信号を取り込みます。オシロスコープは、同じ信号を最高40GS/sのサンプル・レートで取り込みます。ロジック・アナライザ・プローブをオシロスコープにも使用するという事は、オシロスコープから見るとロジック・アナライザ・プローブの接続により、同時に2GHzのオシロスコープ・プローブを全信号に接続したことを意味します。DDR2 SDRAMのクロックのように、信号が差動である場合は、アクティブ（能動）タイプの差動ロジック・アナライザ・プローブにより、オシロスコープ用に差動信号をシングル・エンド信号に変換し、出力できます。

DDR2 SDRAMのモード・レジスタ

DDR2 SDRAMの初期化時には、AMBによってモード・レジスタ (MR) と拡張モード・レジスタ (EMR) が設定されます。モード・レジスタは、DDR2 SDRAMの動作モードを定義するために使用されます。これには、カラム・アドレス・ストロープ (CAS) レイテンシ、バースト長、バースト・タイプ、動作モード、デジタル・ディレイ・ロックド・ループ (DLL) のリセット、パワー・ダウン (PD) モード、ライト・リカバリが含まれます。拡張モード・レジスタには、オン・ダイ・ターミネーション (ODT) 値、差動データ・ストロープ、デジタル・ディレイ・ロック・ループ (DLL) のオン/オフ、出力のオン/オフ、その他の追加機能が含まれます。モード・レジスタと拡張モード・レジスタは、DDR2 SDRAMのロード・モード・コマンドで設定されます。

NEX-FBD-NEXVuは、モード・レジスタと拡張モード・レジスタの設定をトレースします。また、レジスタのビット・フィールドをデコードし、図4のような説明を表示します。図4の一番上のサンプル6は、モード・レジスタで標準的なパワー・ダウンが設定されていることを示しています。ライト・リカバリは3に設定され、DLLは通常の動作モードで、リセットはされません。DDR2 SDRAMの動作モードは通常モードであり、DDR2 SDRAMメーカーだけが使用できるテスト・モードではありません。CASレイテンシは4に設定されています。バースト・タイプは、シーケンシャルではなくインターリーブです。バースト長は4です。この値は、読み取りまたは書き込みの際に行われるバースト転送の最大データ数を決定します。DDR2 SDRAMは、データのスループットを向上させる、バースト長4または8をサポートしています。また、図4の下半分に示されているサンプル7は、拡張モード・レジスタの設定を示しています。

FB-DIMMのコマンド、データ、およびレーン・トラフィックの検証

アプリケーション・ノート

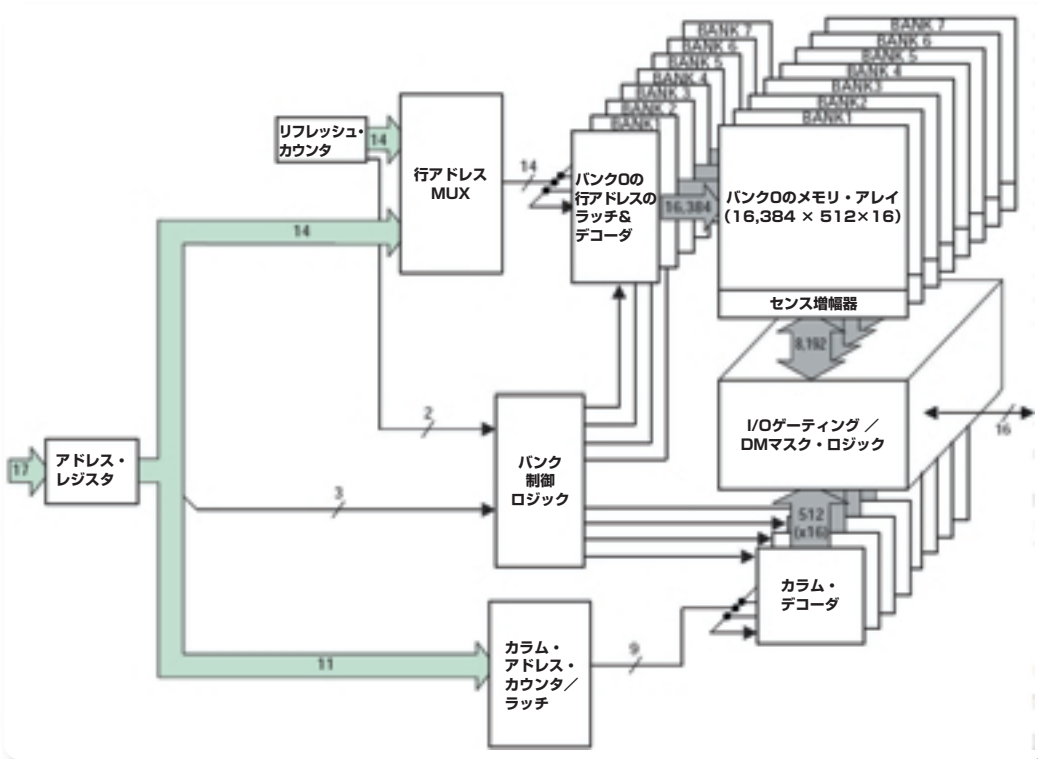


図5：32M×4出力×8/バンクに設定されたMicron社 MT47H256M4 1Gb DDR2 SDRAMメモリ。
17のアドレス・ラインにロウとカラムのアドレスが多重化されています。このメモリには4本のデータI/Oピンがあり、4ビット/ピンのバースト転送を実行するため、内部には16の入出力ラインがあります。

DDR2 SDRAMのメモリ構造

DDR2 SDRAMのバンク数は、1Gb未満のメモリでは4つ、1Gb以上のメモリでは8つです。DDR2 SDRAMのバンク・アドレス・ピンは、どのバンクがアドレッシングされているかを決定します。ロウ・アドレスはメモリのページとして参照され、ページングされたメモリ内容はカラム・アドレスによってアクセスされます。図5に示すように、選択されたロウ（ページ）のすべてのカラム・データがセンス増幅器により、読み取られます。いったんロウ・アドレスによりページがアクティブになると、そのページの異なるカラムに対して繰り返し読み取りと書き込みの実行が可能になります。

DDR2 SDRAMのデータ読み取り

モード・レジスタと拡張モード・レジスタの初期化が済むと、AMBはDDR2コマンドを送出し、メモリのデータの読み取り、およびメモリへのデータの書き込みを実行します。図6の一番上の番号2039のサンプルに示されるように、AMBはDDR2プリチャージ・コマンドを送出します。プリチャージ・コマンドは開いているロウをオフにするコマンドで、同じメモリ・バンクの別のロウをアクティブにする前に送出する必要があります。次に、メモリからのデータを読み込むコマンド・シーケンスを開始するために、指定したバンクのロウをアクティブにするアクティベート・コマンドが送出されます。

Sample	FBDNXV3A Address	FBDNXV3A Mnemonics	FBDNXV3A DATAI	FBDNXV3A DATAO	Timestamp
2039	4E000	PRE - PRECHARGE SELECT BANK (50#)	-----	-----	33.750 ns
2043	7E000	ACTV - ROW ADDRESS STROBE (50#)	-----	-----	15.125 ns
2047	7E000	READ - COL ADDR READ (50#)	-----	-----	15.000 ns
2049	7E004	READ - COL ADDR READ (50#)	-----	-----	7.500 ns
2051	7E008	READ - COL ADDR READ (50#)	-----	-----	7.500 ns
		READ DATA	FEDCBA98	76543210	
		READ DATA	01234567	89ABCDEF	
2052		READ DATA	FEDCBA98	76543210	3.750 ns
		READ DATA	01234567	89ABCDEF	
2053	7E00C	READ - COL ADDR READ (50#)	-----	-----	3.750 ns
		READ DATA	FEDCBA98	76543210	
		READ DATA	01234567	89ABCDEF	
2054		READ DATA	FEDCBA98	76543210	3.750 ns
		READ DATA	01234567	89ABCDEF	
2055	7E010	READ - COL ADDR READ (50#)	-----	-----	3.750 ns
		READ DATA	FEDCBA98	76543210	
		READ DATA	01234567	89ABCDEF	
2056		READ DATA	FEDCBA98	76543210	3.750 ns
		READ DATA	01234567	89ABCDEF	

図6：AMBによるFB-DIMMのDDR2 SDRAMからのデータの読み取り

次のコマンドは読み取りコマンドです。このコマンドは、読み込むロウ（ページ）のカラムを選択します。メモリは、モード・レジスタで設定されたバースト長に基づいて、4つまたは8つのメモリ内容をバースト状に出力します。図6では、最初の読み取りコマンドの直後に、さらに2つの読み取りコマンドが送出されています。DDR2 SDRAMは、AMBから送出される各読み取りコマンドごとに4つの読み取りデータをバースト出力します。

FB-DIMMのコマンドとデータの検証のまとめ

表1は、FB-DIMMのAMBとDDR2 SDRAMの検証テスト、およびこれらのテストを実施するのに必要な機器についてまとめたものです。これらのテストが完了すると、FB-DIMMのメモリ・チャンネルのテストが可能になります。

設計の検証手順

- AMBによるDDR2 SDRAMの初期化およびコマンド
- DDR2 SDRAMのデータ・バリッド・ウィンドウ
- モード・レジスタと拡張モード・レジスタの設定
- AMBによるメモリ・リフレッシュ

ソリューション

- TLA7016型ロジック・アナライザ・メインフレーム×1
- TLA7AA4型ロジック・アナライザ・モジュール×3
- P6860型プローブ×4
- P6864型プローブ×4
- Nexus Technology社の NEX-FBD-NEXVu×1

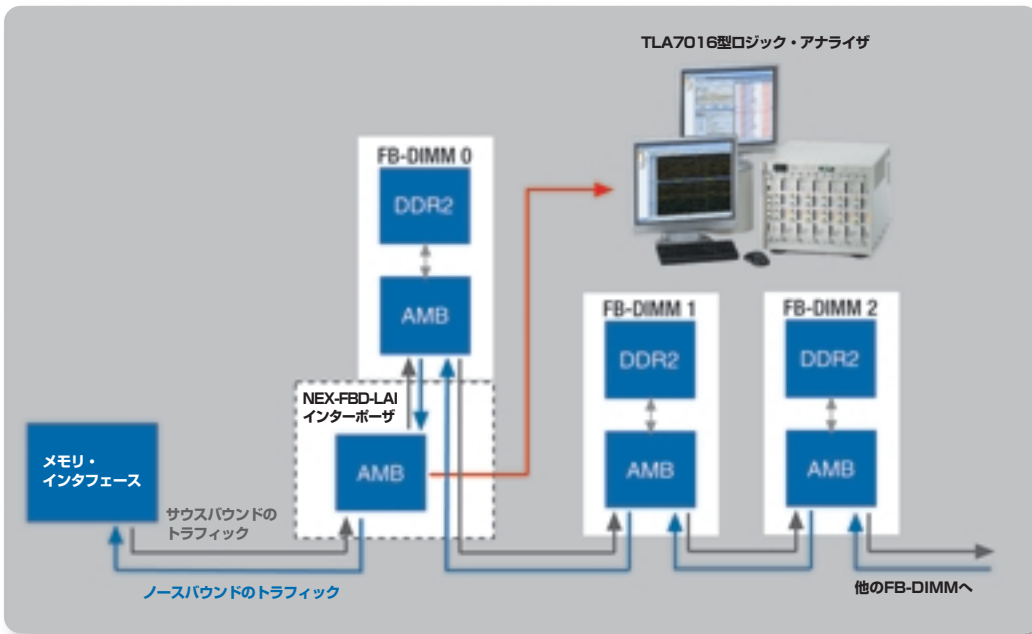
機器の重要な機能

- ステート・アクイジションと125psの高分解能MagniVuタイミング・アクイジションの同時実行
- DDR2 SDRAMの二モニタ表示
- 3種類のメモリ・ストレージ
- アイソレーション抵抗とコネクタレス・コンタクト・プローブを使用することで負荷を軽減

表1：AMBとDDR2 SDRAMの検証テストおよび機器

FB-DIMMのコマンド、データ、およびレーン・トラフィックの検証

▶ アプリケーション・ノート



▶ 図7：FB-DIMMのサウスバウンドおよびノースバウンドのトラフィック監視

FB-DIMMのメモリ・レーン・トラフィック インターポーザ

メモリ・コントローラと最初のFB-DIMMとの間のノースバウンド・レーンとサウスバウンド・レーンは、すべてのFB-DIMMとの間でやり取りされる、あらゆるメモリ・チャンネル・トラフィックを伝送します。すべてのメモリ・トラフィックを監視するために、図7に示すように、AMBと共にロジック・アナライザ・インタフェース（LAI）として設定されたAMBを搭載したインターポーザを、最初のFB-DIMMスロットにインストールします。一般に、FB-DIMMメモリ・システムは複数のメモリ・チャンネルをサポートしています。すべてのメモリ・チャンネルを監視するためには、各チャンネルの最初のスロットにインターポーザをインストールし、使用します。

AMBのLAIモード

AMBのLAIモードは、AMBの特殊なデバッグ・モードです。ノースバウンド・レーンとサウスバウンド・レーンのデータ・レートは、一般的なロジック・アナライザがデータを取り込む際のデータ・レートを上回ります。LAIモードのAMBは、ノースバウンドのトラフィックとサウスバウンドのトラフィックを監視し、データをシリアル・パラレル変換して、DDR2 SDRAMのデータ・レート（ノースバウンドとサウスバウンドのレーンのデータ・レートの6分の1）でデータを出力します。この幅を広げられ低速化されたデータは、AMBの出力ポートでロジック・アナライザに取り込まれます。

NEX-FBD-LAI

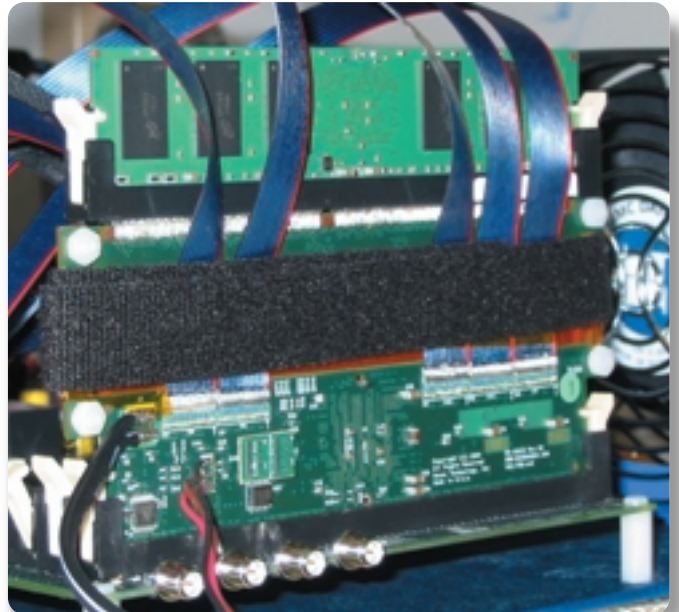
Nexus Technology社のNEX-FBD-LAIは、AMBによりノースバウンドとサウスバウンドのトラフィックを監視します。図8に示したNEX-FBD-LAIは、図9に示すように、NEX-FBDと差し替えたFB-DIMMをNEX-FBD-LAIの上端に設置できるように設計されています。そのため、NEX-FBD-LAIを設置した場合でもFB-DIMMの数が減ることはありません。NEX-FBD-LAIは、専用の電源から電力が供給されるので、コンピュータのマザーボードから電力を供給する必要はありません。

NEX-FBD-LAIは、コンピュータのマザーボードのSMBusとは別のSMBusインターフェースを通じて制御、設定されます。SMBusとUSBのインターフェース・ケーブルはNEX-FBD-LAIとTLA7016型ロジック・アナライザのUSBポートの間に接続します。ロジック・アナライザで実行されるSMBusソフトウェアは、NEX-FBD-LAI AMBの設定を簡素化します。

複数のNEX-FBD-LAIで複数のFB-DIMMチャンネルを監視する場合は、NEX-FBD-LAIのイベント・バスで複数のNEX-FBD-LAIを接続します。



▶ 図8：NEX-FBD-LAIにはAMBが搭載されており、LAIモードでノースバウンドとサウスバウンドのトラフィックを平行化し、データをロジック・アナライザに送出します（画像はNexus Technology, Inc.提供）。



▶ 図9：FB-DIMMをNEX-FBD-LAIの上部に差し込むことができるため、メモリ・チャンネルのFB-DIMMの数が減ることはありません（画像はNexus Technology, Inc.提供）。

レーン・トラフィックの解析

ロジック・アナライザはAMBがパラレル化したデータを取り込み、図10に示すようなステート・アクイジション・リストを表示します。リスト画面には、サウスバウンドのトラフィックはサウスバウンドの10本のレーンを表す10個のカラムで表示され、ノースバウンドのトラフィックはノースバウンドの14本のレーンを表す14個のカラムで表示されます。FB-DIMMのフレームは、12のシリアル・ビットにサウスバウンドまたはノースバウンドのレーン数を乗じたビット数になります。ノースバウンドのフレームであれば、12（シリアル・ビットの数）×14（レーン数）で、フレーム当たり168ビットということになります。したがって、ノースバウンドのフレームは、読み取った2つの72ビット・ワードとCRCビットを含むことができ、DDR2の読み取りデータをFB-DIMMからメモリ・コントローラ・ハブにDDR2メモリの最大速度で転送します。

Nexus Technology社のNEX-FBD-LAIソフトウェアは、図10に示したサウスバウンドとノースバウンドのトラフィックをデコードして、図11のようにわかりやすく表示します。図11の一番上のサンプル16285は、メモリ・コントローラ・ハブから受け取ったFB-DIMMへの書き込みデータを含む、4つのフレームの最初の部分です。

メモリ・コントローラ・ハブは、FB-DIMM 0をアクティブにするためのサウスバウンド・コマンドを送出します（DIMM: 0, Rank: 0, Bank: 0, Address: 0000）。このフレームの次のコマンドは、1111h、1111h、1111h、1111hの64ビットの書き込みデータで、ECCは11hです。ここに示した例では、DDR2メモリはバースト長4で動作し、次の3つのフレームにはメモリに書き込む残りの3つのデータ・ワードが含まれます。また、2つ目のフレームでは、ノースバウンドのトラフィックはステータス・フレームになります。

Sample	FBDLAI Mnemonics
16285	Transfer SB 0: 0000100000 NB 0: 00000000000000
	1: 0001000000 1: 00000000000000
	2: 1010000000 2: 00000000000000
	3: 0100000000 3: 00000000000000
	4: 0111111111 4: 00000000000000
	5: 1000000000 5: 00000000000000
	6: 1000000000 6: 00000000000000
	7: 0000000000 7: 00000000000000
	8: 1111111111 8: 00000000000000
	9: 0000000000 9: 00000000000000
	10: 0000000000 10: 00000000000000
	11: 1000000000 11: 00000000000000
16286	Transfer SB 0: 0100000000 NB 0: 00000000000000
	1: 0001000000 1: 00000000000000
	2: 1100000000 2: 00000000000000
	3: 1010000000 3: 00000000000000
	4: 0000000000 4: 00000000000001
	5: 1111111111 5: 01010101010101
	6: 1000000000 6: 10101010101010
	7: 0000000000 7: 01010101010101
	8: 1000000000 8: 10101010101010
	9: 1111111111 9: 01010101010101
	10: 1000000000 10: 10101010101010
	11: 0000000000 11: 01010101010101
16287	Transfer SB 0: 1110000000 NB 0: 11000000000001
	1: 1001000000 1: 11000000000001
	2: 1111000000 2: 11000000000001
	3: 0111000000 3: 11000000000001
	4: 0111111111 4: 11000000000001
	5: 0111111111 5: 11000000000001
	6: 0000000000 6: 10000000000001
	7: 0000000000 7: 10000000000001
	8: 0111111111 8: 10000000000001
	9: 1111111111 9: 10000000000001
	10: 1000000000 10: 10000000000001
	11: 1000000000 11: 10000000000001
16288	Transfer SB 0: 1110000000 NB 0: 00100000000000
	1: 0001000000 1: 00100000000000
	2: 1000000000 2: 00100000000000
	3: 1000000000 3: 00100000000000
	4: 1000000000 4: 00100000000000
	5: 1000000000 5: 00100000000000
	6: 0111111111 6: 01100000000000
	7: 0000000000 7: 01100000000000
	8: 1000000000 8: 01100000000000
	9: 1000000000 9: 01100000000000
	10: 0111111111 10: 01100000000000
	11: 1000000000 11: 01100000000000

▶ 図10: Nexus Technology社のNEX-FBD-LAIソフトウェアがサウスバウンドの10本のレーン、およびノースバウンドの14本のレーンをJEDECのステート・フォーマットでデコード（カラム形式で表示）。

Sample	FBDLAI Mnemonics
16285	SB A: Activate DIMM:0 Rank:0 Bank:0 Addr: 0x0000 write Data: ECC: 0x11 0x11111111 0x11111111 WS:0 NB : Idle
16286	SB A: Channel NOP write Data: ECC: 0x22 0x22222222 0x22222222 WS:0 NB : Status Frame S8:0 SA:0 S9:0 S8:0 S7:0 S6:0 S5:0 S4:0 S3:0 S2:0 S1:0 S0:0
16287	SB A: Channel NOP write Data: ECC: 0x33 0x33333333 0x33333333 WS:0 NB : Idle
16288	SB A: Channel NOP write Data: ECC: 0x44 0x44444444 0x44444444 WS:0 NB : Idle

図11: Nexus TechnologyのNEX-FBD-LAIソフトウェアがサウスバウンドとノースバウンドのトラフィックをデコードします。サウスバウンドのトラフィックは、DIMM 0に書き込むデータを含んだアクティブ・コマンドです。

FB-DIMMの メモリ・レーン・トラフィックについてのまとめ

メモリ・チャンネルのテスト、検証、およびデバッグは、最高レベルの機能試験です。メモリ・システムのレベルでは、複数のFB-DIMMを動作させてメモリ・チャンネル全体を試験します。メモリ・

コントローラは、メモリ・チャンネルを初期化し、データをチャンネル上のそれぞれのFB-DIMMに書き込み、データを読み取ります。表2に示すように、テスト機器はメモリ・チャンネルの初期化やチャンネルの動作を検証し、エラーを監視します。

設計の検証手順

- メモリ・コントローラとAMBの通信
- FB-DIMM間の通信
- メモリ・チャンネル・コマンド、データの書き込み、データの読み取り
- AMBによるノースバウンド・トラフィックのマージ
- AMBによるサウスバウンド・トラフィックのリピート

ソリューション

- TLA7016型ロジック・アナライザ・メインフレーム×1
- TLA7AA4型ロジック・アナライザ・モジュール×3
- P6860型プローブ×10
- Nexus Technology社の NEX-FBD-LAI×1

装置の重要な機能

- ロジック・アナライザでステートのアクイジションと、高分解能のMagniVu タイミング・アクイジションを同時に実行
- JEDECフォーマットおよびソフトウェアによるステート表示
- インターポーザには専用電源から電力を供給し、AMBはLAIモードに設定

表2: ノースバウンドとサウスバウンドのコマンド、データ、応答テスト、および使用する機器

FB-DIMMのコマンド、データ、およびレーン・トラフィックの検証

▶ アプリケーション・ノート

まとめ

高性能のサーバやワークステーションの設計エンジニアは、FB-DIMMメモリ・システムのアーキテクチャを通じてメモリ容量の拡大、およびメモリのデータ・レート向上を実現することができます。しかし、データ・レートの著しい高速化は、設計上の新たな問題を発生させ、設計エンジニアはこれらの問題を解決することが必要になります。設計エンジニアがこのような困難な状況をクリアできるよう、当社ではより良いFB-DIMM設計を、より短時間で実装可能にするTLA7000シリーズ・ロジック・アナライザを提供しています。

また、当社では、FB-DIMMの設計エンジニアが、メモリ設計の電気テストや動作の評価を迅速かつ正確に行えるよう、業界最先端のオシロスコープや真の差動TDRを含む包括的なツール・セットも提供しています。このツール・セットは、優れたパフォーマンスとその卓越した操作性により、FB-DIMMの検証およびデバッグに理想的なソリューションとなっています。

Tektronix お問い合わせ先:

東南アジア諸国/オーストラリア/パキスタン (65) 6356 3900
オーストリア +41 52 675 3777
バルカン半島/イスラエル/アフリカ南部諸国およびISE諸国 +41 52
675 3777
ベルギー 07 81 60166
ブラジルおよび南米 55 (11) 3741-8360
カナダ 1 (800) 661-5625
中東ヨーロッパ/ウクライナおよびバルト海諸国 +41 52 675 3777
中央ヨーロッパおよびギリシャ +41 52 675 3777
デンマーク +45 80 88 1401
フィンランド +41 52 675 3777
フランスおよび北アフリカ +33 (0) 1 69 86 81 81
ドイツ +49 (221) 94 77 400
香港 (852) 2585-6688
インド (91) 80-22275577
イタリア +39 (02) 25086 1
日本 81 (3) 6714-3010
ルクセンブルグ +44 (0) 1344 392400
メキシコ、中米およびカリブ海諸国 52 (55) 56666-333
中東アジア/北アフリカ +41 52 675 3777
オランダ 090 02 021797
ノルウェー 800 16098
中華人民共和国 86 (10) 6235 1230
ポーランド +41 52 675 3777
ポルトガル 80 08 12370
大韓民国 82 (2) 528-5299
ロシアおよびCIS諸国 7 095 775 1064
南アフリカ +27 11 254 8360
スペイン (+34) 901 988 054
スウェーデン 020 08 80371
スイス +41 52 675 3777
台湾 886 (2) 2722-9622
イギリスおよびアイルランド +44 (0) 1344 392400
アメリカ 1 (800) 426-2200
その他の地域からのお問い合わせ 1 (503) 627-7111

Updated 15 June 2005

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ(www.tektronix.co.jp)またはwww.tektronix.comをご参照ください。



Copyright © 2005, Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix製品は、米国およびその他の国の取得済みおよび出願中の特許により保護されています。本書は過去に公開されたすべての文書に優先します。仕様および価格は予告なしに変更することがあります。TEKTRONIXおよびTEKはTektronix, Inc.の登録商標です。その他本書に記載されている商品名は、各社のサービスマーク、商標または登録商標です。

09/05 FLG/WOW

52Z-19113-1

12 www.tektronix.co.jp/memory

Tektronix
Enabling Innovation

日本テクトロニクス株式会社

東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階 〒108-6106
製品についてのご質問・ご相談は、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

TEL 03-6714-3010 FAX 0120-046-011

電話受付時間/9:00~12:00・13:00~18:00 月曜~金曜(祝日は除く)

当社ホームページをご覧ください。 www.tektronix.co.jp
お客様コールセンター ccc.jp@tektronix.com