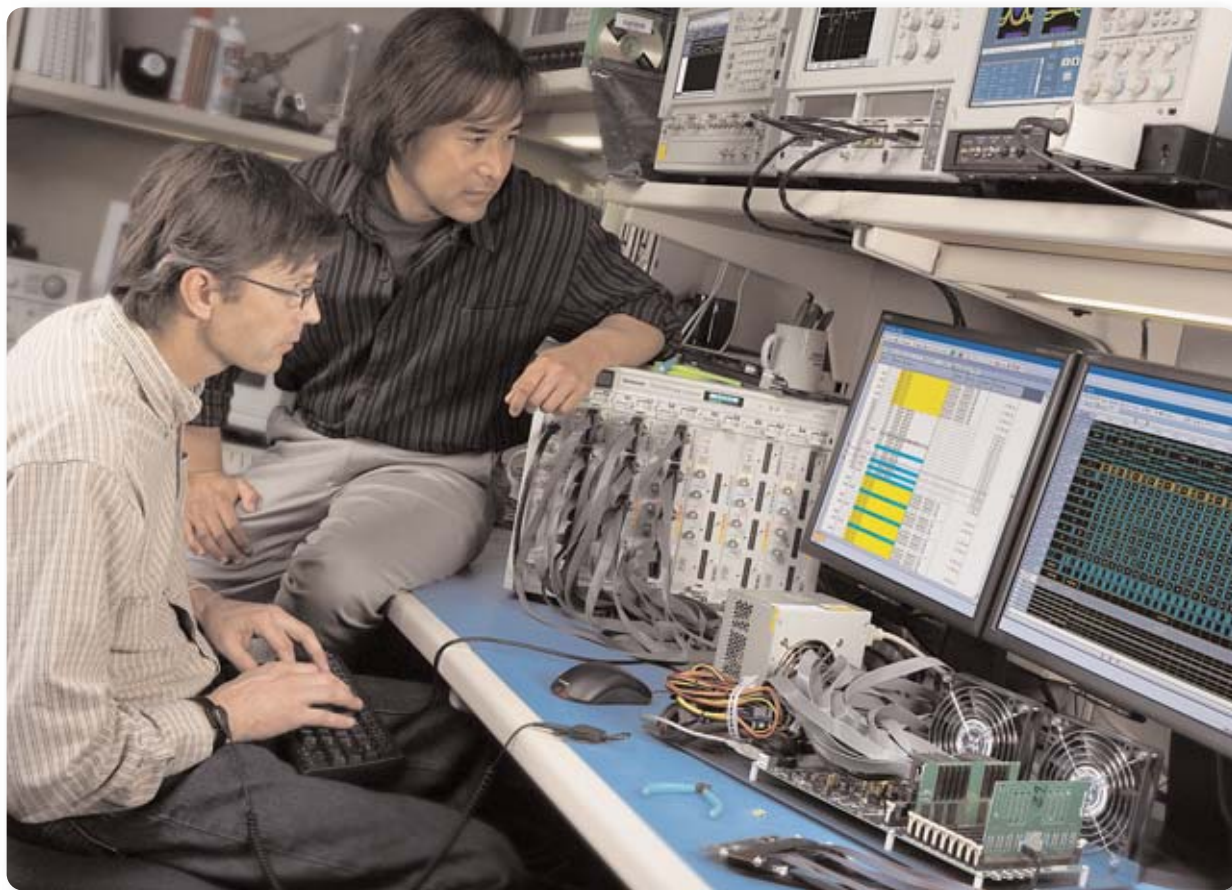


检验FB-DIMM命令/数据和通路业务



面向FB-DIMM作好准备

全面缓冲双列直插内存模块(FB-DIMMs)为服务器和工作站提供了更高的存储容量、更高的工作可靠性和更简便的服务能力。本指南详细介绍了怎样检验FB-DIMM设计是否符合制造商的规范，以保证正确可靠的操作。

引言

在检验设计及向市场上推出全面缓冲双列直插内存模块(FB-DIMM)产品时，内存系统和元器件设计人员面临着各种测试挑战(图1)。这些测试检验、检定和调试FB-DIMM设计。必须根据FB-DIMM规范执行检验，以保证产品的兼容性和可靠性。

FB-DIMM设计实现了快速边沿、高时钟频率和高速串行信号，给设计人员带来了前所未有的问题。老式内存设计可以容忍更宽的信号定时和幅度变化。在FB-DIMM中，情况发生了变化。在FB-DIMM中，速度更快、设计余量降低、数字信号具有模拟特点，这一切对FB-DIMM内存系统信号完整性都变得更加重要。

检验FB-DIMM命令/数据和通路业务

► 应用指南

为跟上更加复杂、更短的设计周期，设计人员必需优化FB-DIMM测试。为使设计人员在这些挑战环境下取得成功，泰克提供了TLA7000系列逻辑分析仪，使您能够在更少的时间内实现更好的FB-DIMM设计。

首先，我们将重点介绍FB-DIMM命令和数据的检验，然后将介绍FB-DIMM内存通路业务的检验。

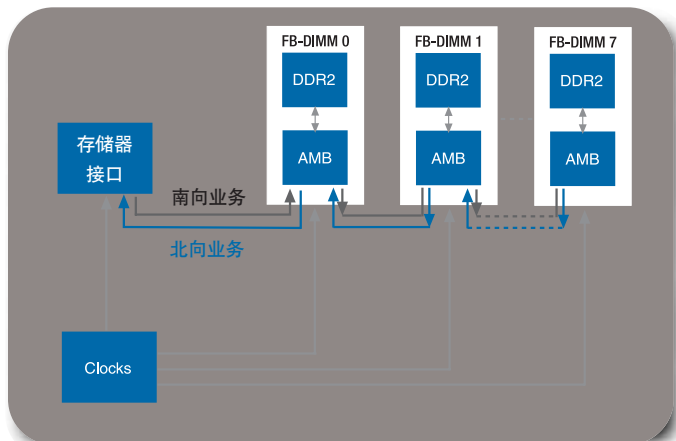
FB-DIMM命令和数据检验

AMB (高级存储缓冲器)在FB-DIMM上控制着到DDR2 SDRAM (双倍数据速率2同步动态随机访问存储器)的所有信号，负责初始化存储器、刷新存储器、把数据写入存储器及从存储器中读取数据。FB-DIMM设计人员必需检验正确执行了这些AMB到DDR2 SDRAM操作，保证可靠的存储器操作。潜在问题领域包括模式寄存器初始化不正确，存储器命令顺序错误，刷新错误，命令定时问题，数据错误等等。

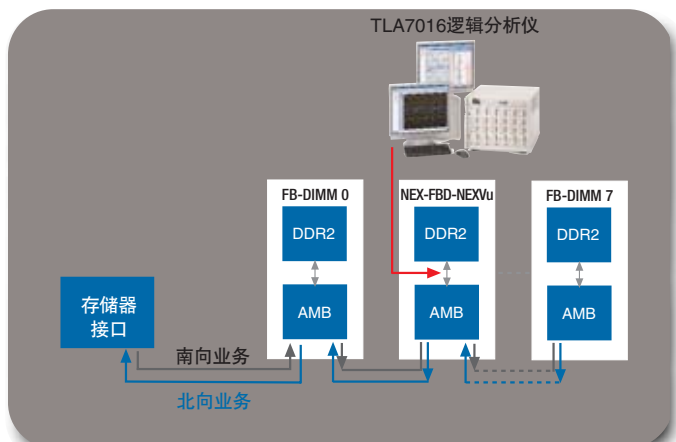
全方位测试解决方案

泰克TLA7000系列模块化逻辑分析仪、TLA7AA4 逻辑分析仪模块、P6860/P6864逻辑分析仪探头和Nexus Technology NEX-FBD-NEXVu用来检验、测试和调试DDR2 SDRAM的AMB控制，如图2所示。AMB负责处理到达DDR2 SDRAM的所有信号，包括时钟、命令、地址、组地址、数据、数据掩码、数据选通等等。AMB配置、写入及读取DDR2 SDRAM中的数据。与DDR2 DIMM一样，FB-DIMMs可以有一种或多种存储器。

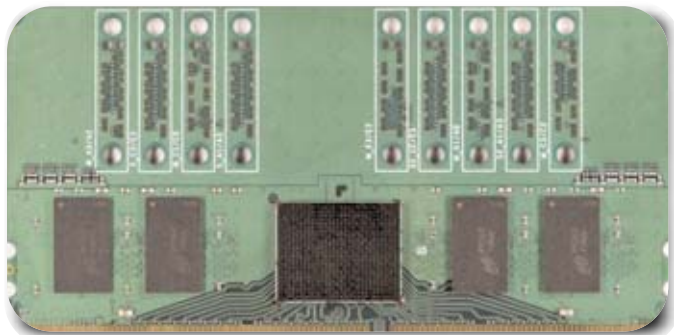
Nexus Technology NEX-FBD-NEXVu是一种带有AMB、DDR2 SDRAMs和逻辑分析仪探测空间的FB-DIMM，如图3所示。NEX-FBD-NEXVu还包括逻辑分析仪处理器配套软件，可以配置逻辑分析仪，从NEX-FBD-NEXVu FB-DIMM和软件中采集数据，并解码采集的数据。



► 图1. FB-DIMM结构概述



► 图2. 在FB-DIMM上监测AMB与DDR2 SDRAM之间的信号和命令



► 图3. Nexus Technology NEX-FBD-NEXVu在FB-DIMM上监测AMB和DDR2 SDRAMs之间的信号和命令。AMB位于FB-DIMM的底部中间，DDR2 SDRAMs位于AMB的两侧。(图片由Nexus Technology公司提供)

通过一部探头同时进行三项测量

Sample	FBDNXV3A Address	FBDNXV3A Mnemonics	Timestamp
6	044A	MRS - MODE REGISTER SET (S0#)	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 (S0#)	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)	

▶ 图4. 通过AMB编程的DDR2 SDRAM模式寄存器和扩展模式寄存器

来自DDR2 SDRAM的FBGA的走线及进入逻辑分析仪空间的走线在电路板层内部使用隔离电阻器隔开。这些空间是为泰克P6860/P6864逻辑分析仪探头设计的。为实现最高的信号保真度，P6860/P6864探头直接连接NEXVu电路板。为减少被测信号的劣化程度，在电路板上不使用任何探测连接器。

P6860/P6864逻辑探头对逻辑分析仪和示波器使用一条探测连接。其结果，是可以通过一部探头同时进行三项测量。逻辑分析仪使用125 ps的高分辨率MagniVu定时及高达1.25 Gb/s的状态采集速率，同时采集信号。示波器以高达40 GS/s的取样速率测量相同的信号。在示波器中使用逻辑分析仪探头，就象在每个逻辑分析仪探头连接上立即提供一个2 GHz示波器探头一样。如果信号是差分信号，如DDR2 SDRAM时钟，那么有源逻辑分析仪探头会把差分时钟信号转换成单端信号，以供示波器使用。

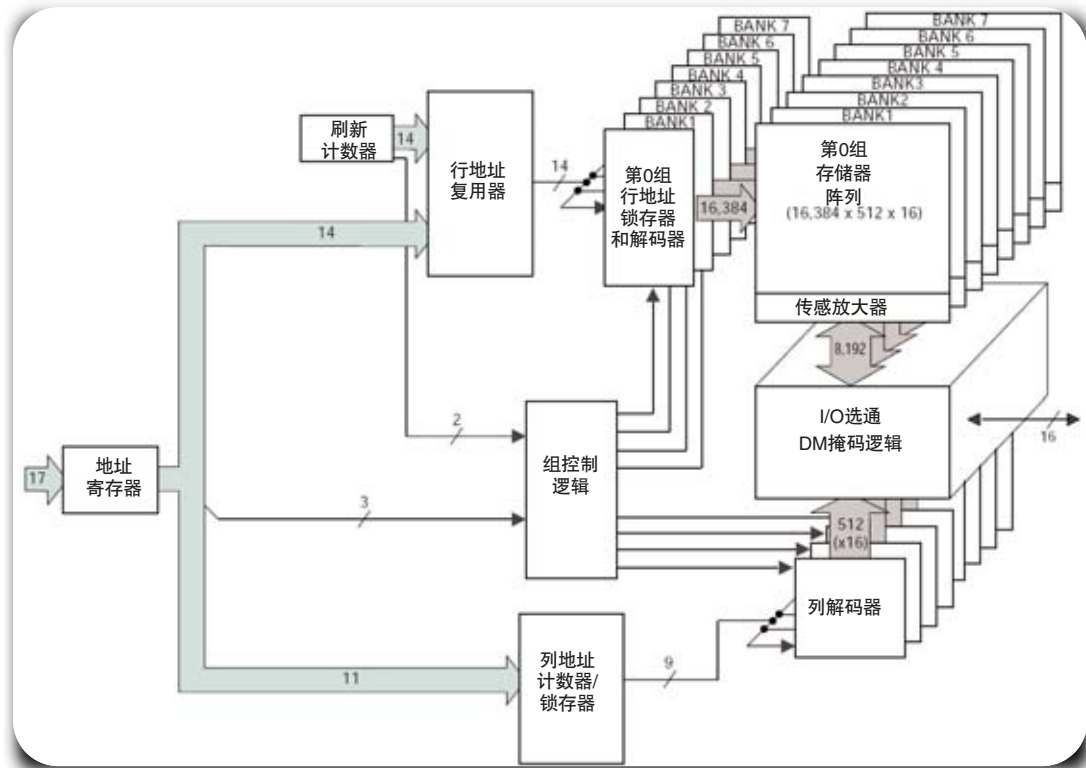
DDR2 SDRAM模式寄存器

在DDR2 SDRAM初始化期间，通过AMB配置模式寄存器(MR)和扩展模式寄存器(EMR)。模式寄存器用来定义DDR2 SDRAM的特定工作模式，包括列地址选择(CAS)时延、突发长度、突发类型、工作模式、数字延迟锁定

环路(DLL)复位、断电(PD)模式和写入恢复。扩展模式寄存器包括其它功能，如片内端接(ODT)值，支持差分数据选通、数字延迟锁定环路(DLL)启用/禁用、输出启用/禁用等等。模式寄存器和扩展模式寄存器使用DDR2 SDRAM负载模式命令配置。

NEX-FBD-NEXVu跟踪模式寄存器和扩展模式寄存器的配置。它还解码寄存器的位字段，提供了容易阅读的描述，如图4所示。在本例中，顶部的样点6显示了为标准断电配置的模式寄存器。在3上设置写入恢复，DLL正常操作，没有复位。工作模式是正常模式，而没有位于只有DDR2 SDRAM制造商使用的测试模式下。在4上设置CAS时延。突发类型为隔行扫描，而不是顺序扫描。突发长度是4，这决定着读或写命令可以访问的列的最大位置数。DDR2 SDRAMs支持4或8的突发长度，提高了数据吞吐量。另外在图4下半部分的样点7中，配置了扩展模式寄存器。

DDR2 SDRAM存储器结构



► 图5. Micron MT47H256M4 1 Gb DDR2 SDRAM存储器，配置为32 Meg x 4个输出 x 8组。行地址和地址之间复用了17条地址线。共有16个输出，因为这个存储器有4个数据输出，每个数据线输出提供了4位突发。(图片由Micron Technology公司提供)

1 Gb以下的DDR2 SDRAMs有4组，1 Gb及以上的DDR2 SDRAMs有8组。DDR2 SDRAM的组地址引脚决定着寻址哪一组。行也称为存储器页面，包含着按列划分的存储器。所有选定行的列都位于传感放大器上，如图5所示。一旦激活了一行，那么可以在激活的行上不同列上执行多个读写操作。

读取DDR2 SDRAM数据

在模式寄存器和扩展模式寄存器初始化之后，AMB发送DDR2命令，从存储器中读取数据，把数据写入到存储器中。如图6所示，在顶部2039号样点中，AMB发送了一条DDR2预充电命令。预充电命令关闭打开的行，此命令必须在激活同一存储器组的不同行之前发送。然后使用激活命令，激活指定组中的一个行，启动所需的命令序列，从存储器中读取数据。

下一条命令是读取命令，它选择行(页面)中要读取的列。

Sample	FBDNXV3A Address	FBDNXV3A Mnemonics	FBDNXV3A DataH1	FBDNXV3A DataLo	Timestamp
2039	4E000	PRE - PRECHARGE SELECT BANK (S0#)	-----	-----	33.750 ns
2043	7E000	ACTV - ROW ADDRESS STROBE (S0#)	-----	-----	15.125 ns
2047	7E000	READ - COL ADDR READ (S0#)	-----	-----	15.000 ns
2049	7E004	READ - COL ADDR READ (S0#)	-----	-----	7.500 ns
2051	7E008	READ - COL ADDR READ (S0#)	-----	-----	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 (S0#)	-----	-----	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 (S0#)	-----	-----	3.750 ns
	-----	READ DATA	FEDCBA98	76543210	
	-----	READ DATA	01234567	89ABCDEF	
2056	-----	READ DATA	FEDCBA98	76543210	3.750 ns
	-----	READ DATA	01234567	89ABCDEF	

▶ 图6. AMB在FB-DIMM上从DDR2 SDRAM中读取数据

存储器将输出4个或8个存储器位置的突发，具体视模式寄存器突发长度而定。在第一条读取命令之后，将立即发送另两条读取命令。对AMB发送的每条读取命令，DDR2 SDRAM输出4个读取数据的突发。

FB-DIMM命令和数据检验摘要

表1汇总了FB-DIMM AMB到DDR2 SDRAM检验测试及执行这些测试所需的测试设备。在完成这些测试后，FB-DIMM可以准备进行存储器通道测试。

FB-DIMM存储器通路业务

我怎样检验设计?

- AMB到DDR2 SDRAM初始化和命令
- DDR2 SDRAM数据有效窗口
- 模式寄存器和扩展模式寄存器设置
- AMB刷新存储器

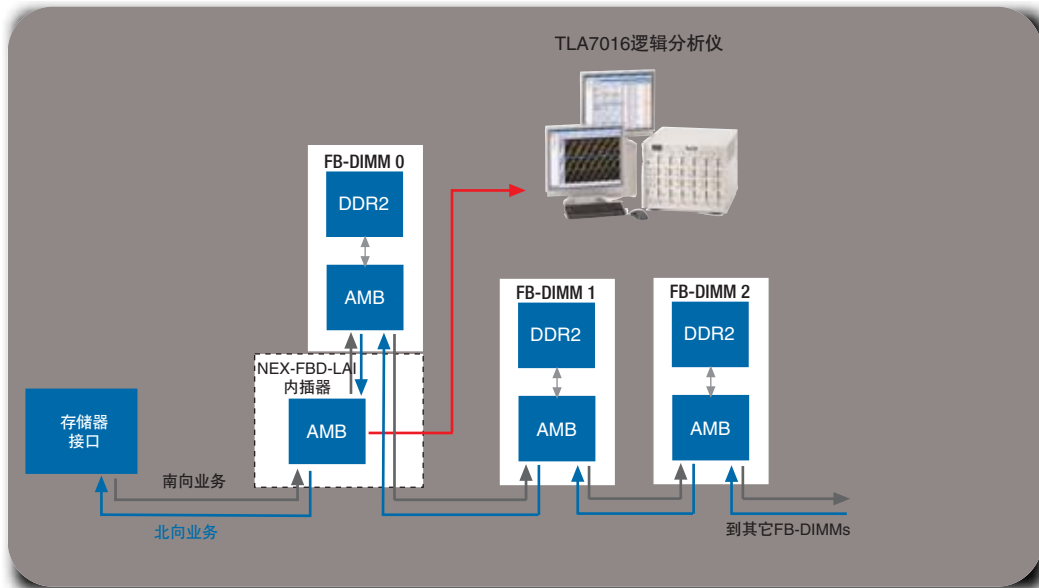
解决方案是什么?

- 1台TLA7016逻辑分析仪模块化主机
- 3个TLA7AA4逻辑分析仪模块
- 4个P6860探头
- 4个P6864探头
- 1套Nexus Technology NEX-FBD-NEXVu

主要仪器功能有哪些?

- 同时进行状态采集及125 ps高分辨率MagniVu定时采集
- 状态画面中DDR2 SDRAM助记符
- 三种存储器
- 采用无连接器探测及隔离电阻器，信号负荷低

▶ 表1. AMB到DDR2 SDRAM检验测试设备摘要



► 图7. 监测FB-DIMM南向业务和北向业务

内插器

存储控制器和第一个FB-DIMM之间的北向通路和南向通路承载进出FB-DIMM的所有存储器通道业务。为监测所有存储器业务，在第一个FB-DIMM插槽中安装一个内插器，其中AMB配置为逻辑分析仪接口(LAI)，如图7所示。一般来说，FB-DIMM存储器系统支持多条存储器通道。为监测所有存储器通道，在每条通道的第一个插槽中使用一个内插器。

AMB LAI模式

AMB LAI模式是一种专用的AMB调试模式。北向通路和南向通路的数据速率超过了典型逻辑分析仪的捕获数据速率。采用LAI模式的AMB监测北向和南向业务，解析串行数据，以DDR2 SDRAM数据速率输出数据，这一速率比南向和北向通路数据速率慢6倍。然后逻辑分析仪会在AMB输出上捕获这种较慢、但更宽的数据。

NEX-FBD-LAI

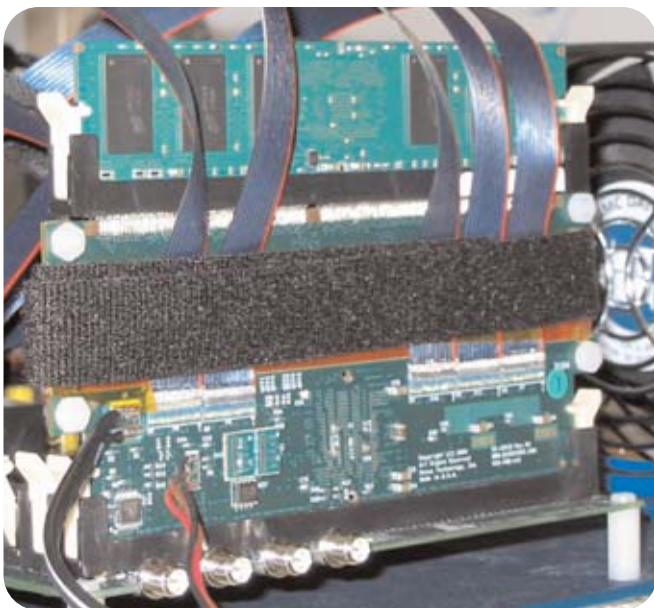
Nexus Technology NEX-FBD-LAI把AMB设为LAI模式，监测北向业务和南向业务。图8中所示的NEX-FBD-LAI采用专门设计，用NEX-FBD-LAI代替FB-DIMM，安装在NEX-FBD-LAI顶部边缘，如图9所示。在采用NEX-FBD-LAI时，不会丢失FB-DIMM。NEX-FBD-LAI使用自己的电源供电，不从计算机主板中获得电源。

NEX-FBD-LAI AMB使用SMBus接口控制和配置，这个接口与计算机主板的SMBus分开。NEX-FBD-LAI和TLA7016逻辑分析仪上的USB端口之间连接一条SMBus到USB接口电缆。逻辑分析仪上运行的SMBus软件简化了NEX-FBD-LAI AMB配置。

在多个NEX-FBD-LAIs监测多条FB-DIMM通道时，NEX-FBD-LAI事件总线连接多个NEX-FBD-LAI。



► 图8. NEX-FBD-LAI把AMB置于LAI模式，解析串行的北向/南向业务，为逻辑分析仪提供数据。(图片由Nexus Technology公司提供)



► 图9. FB-DIMM插入NEX-FBD-LAI顶部，因此不会减少存储器通道中的FB-DIMM数量。(图片由Nexus Technology公司提供)

分析通路业务

逻辑分析仪在状态采集列表显示屏中捕获AMB解串的数据，如图10所示。在列表图中，南向业务显示为10列数据，表示10条南向通路；北向业务表示为14列数据，表示14条北向通路。一个FB-DIMM帧是12个串行位乘以南向或北向通路数量。例如，12个串行位乘以14条北向通路，等于每个北向帧168位。结果，北向帧可以包含两个带CRC位的72位读取字，以全部DDR2存储器速度把DDR2读取数据从FB-DIMM传送到存储控制器中心上。

Nexus Technology NEX-FBD-LAI软件把图10中的南向和北向业务解码成更加详细的描述表示，如图11所示。在图11中，顶部样点是四个帧的开头，其中包含把数据从存储控制器中心写入到FB-DIMM中。

存储控制器中心发送一条南向命令，激活DIMM: 0, Rank: 0, Bank: 0和Address: 0000。同一帧中的下一条命令是由1111,1111,1111,1111 及11的ECC组成的64位写入数据。在本例中，DDR2存储器以4的突发长度操作，之后三个帧包含写入到存储器中的其余三个数据字。此外，在第二个帧中，北向业务是一个状态帧。

Sample	FBDLAI Mnemonics
16285	Transfer SB 0: 0000100000 NB 0: 0000000000000000 1: 0001000000 1: 0000000000000000 2: 1010000000 2: 0000000000000000 3: 0100000000 3: 0000000000000000 4: 0111111111 4: 0000000000000000 5: 1000000000 5: 0000000000000000 6: 1000000000 6: 0000000000000000 7: 0000000000 7: 0000000000000000 8: 1111111111 8: 0000000000000000 9: 0000000000 9: 0000000000000000 10: 0000000000 10: 0000000000000000 11: 1000000000 11: 0000000000000000
16286	Transfer SB 0: 0100000000 NB 0: 0000000000000000 1: 0001000000 1: 0000000000000000 2: 1100000000 2: 0000000000000000 3: 1010000000 3: 0000000000000000 4: 0000000000 4: 0000000000000001 5: 0111111111 5: 0101010101010101 6: 1000000000 6: 1010101010101010 7: 0000000000 7: 0101010101010101 8: 1000000000 8: 1010101010101010 9: 1111111111 9: 0101010101010101 10: 1000000000 10: 1010101010101010 11: 0000000000 11: 0101010101010101
16287	Transfer SB 0: 1110000000 NB 0: 1100000000000001 1: 1001000000 1: 1100000000000001 2: 1111000000 2: 1100000000000001 3: 0111000000 3: 1100000000000001 4: 0111111111 4: 1100000000000001 5: 0111111111 5: 1100000000000001 6: 0000000000 6: 1000000000000001 7: 0000000000 7: 1000000000000001 8: 0111111111 8: 1000000000000001 9: 1111111111 9: 1000000000000001 10: 1000000000 10: 1000000000000001 11: 1000000000 11: 1000000000000001
16288	Transfer SB 0: 1110000000 NB 0: 0010000000000000 1: 0001000000 1: 0010000000000000 2: 1000000000 2: 0010000000000000 3: 1000000000 3: 0010000000000000 4: 1000000000 4: 0010000000000000 5: 1000000000 5: 0010000000000000 6: 0111111111 6: 0110000000000000 7: 0000000000 7: 0110000000000000 8: 1000000000 8: 0110000000000000 9: 1000000000 9: 0110000000000000 10: 0111111111 10: 0110000000000000 11: 1000000000 11: 0110000000000000

► 图10. Nexus Technology NEX-FBD-LAI软件以JEDEC状态格式解码10条南向通路和14条北向通路(如列中所示)。

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 SB: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

▶ 图11. Nexus Technology NEX-FBD-LAI软件解码南向业务和北向业务。南向业务是一条激活命令，把数据写入到DIMM 0中。

FB-DIMM存储器通路业务摘要

测试、检验和调试存储器通道是最高级的功能测试。在存储器系统级，将在运行多个FB-DIMM时，对整个存储器通道执行测试。存储控制器初始化存储器通道，它把

数据写入通道中不同的FB-DIMMs上，从FB-DIMMs中读取数据。测试设备检验存储器通道初始化和通道操作，监测其故障，如表2所示。

我怎样检验设计?	解决方案是什么?	主要仪器功能有哪些?
<ul style="list-style-type: none"> - 存储控制器与AMB通信 - FB-DIMM与FB-DIMM通信 - 存储器通道命令、数据写入和数据读取 - AMB合并北向业务 - AMB重复南向业务 	<ul style="list-style-type: none"> 1台TLA7016 逻辑分析仪模块化主机 3个TLA7AA4 逻辑分析仪模块 10个P6860探头 1套Nexus Technology NEX-FBD-LAI 	<ul style="list-style-type: none"> - 逻辑分析仪同时进行状态采集和高分辨率MagniVu定时采集 - JEDEC和软件状态显示 - 自带电源的内插器,AMB处于LAI模式

▶ 表2. 北向和南向命令、数据和响应测试及使用的设备

小结

FB-DIMM存储器系统结构为高性能服务器和 workstation 设计人员提高了存储器容量，也提高了存储器数据速率。但是，数据速率的迅速提高，也给设计人员带来了必须解决的新的设计挑战。为使设计人员能够在这些挑战环境中取得成功，泰克提供了 TLA7000 系列逻辑分析仪，使您能够用更少的时间实现更好的 FB-DIMM 设计。泰克还

提供全套工具，包括业内领先的示波器和真正差分 TDR，使得 FB-DIMM 设计人员能够迅速精确地进行电接口测试，检验存储器设计的运行状况。这套工具提供了杰出的性能及无可比拟的易用性，是 FB-DIMM 检验和调试的理想解决方案。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编: 201206
电话: (86 21) 5031 2000
传真: (86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编: 100088
电话: (86 10) 6235 1210/1230
传真: (86 10) 6235 1236

泰克上海办事处
上海市静安区延安中路841号
东方海外大厦18楼1802-06室
邮编: 200040
电话: (86 21) 6289 6908
传真: (86 21) 6289 7267

泰克广州办事处
广州市环市东路403号
广州国际电子大厦2807A室
邮编: 510095
电话: (86 20) 8732 2008
传真: (86 20) 8732 2108

泰克深圳办事处
深圳市罗湖区深南东路5002号
信兴广场地王商业大厦G1-02室
邮编: 518008
电话: (86 755) 8246 0909
传真: (86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市人民南路一段86号
城市之心23层D-F座
邮编: 610016
电话: (86 28) 8620 3028
传真: (86 28) 8620 3038

泰克西安办事处
西安市东大街
西安凯悦(阿房宫)饭店322室
邮编: 710001
电话: (86 29) 8723 1794
传真: (86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市武昌区民主路788号
白玫瑰大酒店924室
邮编: 430071
电话: (86 27) 8781 2760/2831
传真: (86 27) 8730 5230

泰克香港办事处
香港铜锣湾希慎道33号
利园3501室
电话: (852) 2585 6688
传真: (852) 2598 6260

有关信息

泰克公司备有内容丰富的各种应用文章、技术简介和其他资料, 并不断予以充实, 可为从事前沿技术研究的工程师提供帮助。请访问泰克公司网站www.tektronix.com



© 2005 年 Tektronix, Inc. 版权所有。 全权所有。 Tektronix 产品, 不论已获得专利和正在申请专利者, 均受美国和外国专利法的保护。 本文提供的信息取代所有以前出版的资料。 本公司保留变更技术规格和售价的权利。 TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。 本文提及的所有其它商号分别为其各自所有公司的服务标志、 商标或注册商标。
10/05 DV/WOW 52C-19113-1

Tektronix
Enabling Innovation