

SATA Application Solution Guide

1. Introduction

SATA(Serial Advanced Technology Attachment)는 하드디스크와 마더보드 인터페이스에 사용되었던 패럴렐 ATA를 대체하는 규격입니다. 디지털 멀티미디어의 발달과 더불어 기존의 PC 이외에 set-top 박스, TV 및 DVD 플레이어와 같은 대부분의 제품에서 SATA를 채용하고 있습니다. 기존에 사용되었던 패럴렐 ATA는 1980년대에 발표되어 최대 133Mbyte/sec의 데이터 전송이 가능하였습니다. 이에 대하여 2001년에 발표된 SATA



Gen1에서는 1.5Gbps의 비트 레이트를 지원하였으며 이는 150Mbyte/sec의 데이터 전송 레이트를 의미합니다. 또한 2004년에 발표된 SATA Gen2 규격에서는 3Gbps의 비트레이트를 지원하였으며 현재 사용하고 모든 SATA 디바이스는 Gen1 또는 Gen2 규격을 지원하고 있습니다. 이에 대하여 6Gbps 전송이 가능한 새로운 규격인 Gen3가 2008년 말에 발표되었습니다.

2. SATA Compliance Test 개요

디바이스의 데이터 전송 속도가 급격하게 빨라지면서 디바이스 간 상호 호환성을 보장하기 위한 컴플라이언스 테스트가 필요합니다. SATA 규격을 제시하고 있는 SATA-IO에서는 이러한 호환성 테스트를 위한 테스트 항목 및 테스트 절차를 함께 제시하고 있습니다. 우선 정기적으로 이루어지고 있는 plugfest 및 Interoperability workshop을 이용할 수 있습니다. Plugfest는 행사에 참가한 디바이스와 호스트를 서로 연결하면서 제품의 상호 호환성을 확인할 수 있는 행사입니다. 이 행사는 최종 완성 제품 뿐만 아니라 개발 중인 프로토타입 또는 디버깅 중인 제품



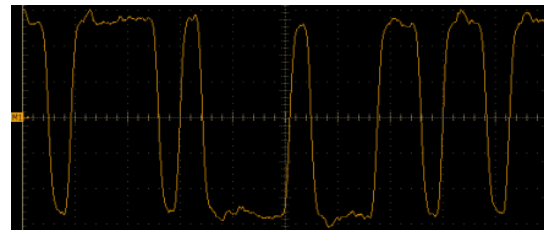
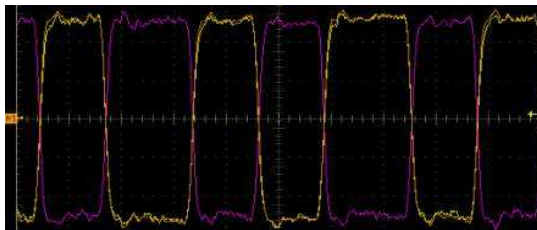
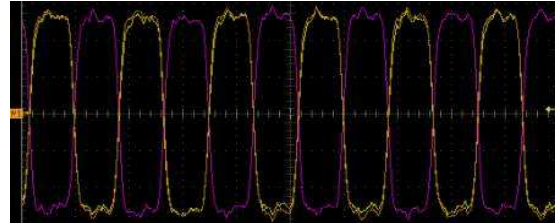
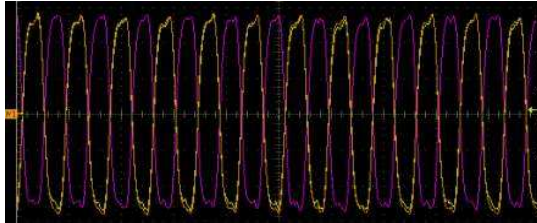
까지도 테스트해볼 수 있습니다. 이에 대하여 Interoperability workshop은 최종 출시 예정인 제품에 대하여 SATA-IO에서 제시하는 테스트 스펙에 합당한지를 테스트하여 최종 pass/fail을 결정할 수 있는 행사입니다. SATA-IO는 이러한 테스트 스펙을 각 테스트 벤더 별로 MOI라는 형식의 문서로 제시하고 있으며 아래의 SATA-IO 사이트 및 텍트로닉스 홈페이지에서 확인할 수 있습니다. 위와 같은 정기 행사에 참가하여 제품을 테스트할 수 있으며 이와는 별도로 공인 Test lab을 이용하여 호환성 테스트를 할 수 있습니다. 현재 SATA-IO는 Allion, ETC, Testronic 및 UNH 등 4개의 공인 인증 테스트 랩을 지정하였으며, 이 랩에서는 Interoperability workshop에서와 동일한 장비 및 MOI를 이용하여 인증 테스트를 수행합니다.

참고로, SATA-IO의 스펙 및 MOI에서는 Gen2 테스트를 위하여 10GHz 이상의 B/W를 갖는 오실로스코프를 이용하여 테스트하도록 규정하고 있으며, Gen3에서는 약 12.5GHz 이상의 B/W를 요구합니다.

* http://www.sata-io.org/interoperabilitydocumentation_1_2.asp

** <http://www.sata-io.org/testlabs.asp>

3. SATA Compliance Test 요구 사항

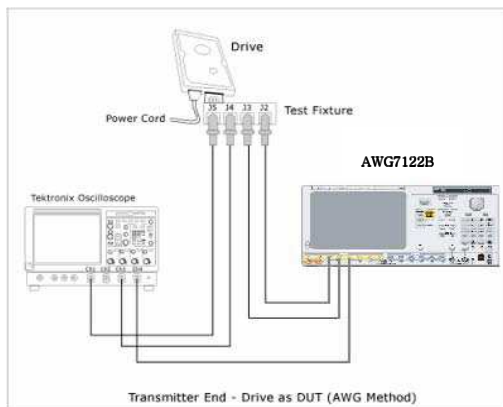


SATA 호환성 테스트를 수행하기 위해서는 먼저 BIST-L(Far End Retimed Loopback) 모드를 설정하여야 합니다. 이 BIST 모드는 측정 DUT로부터 측정에 필요한 테스트 패턴, 즉 HFTP, LFTP, MFTP 및 LBP 패턴이 출력되도록 설정하는 모드입니다. BIST 모드 설정에는 DriveMaster와 같은 상용 소프트웨어를 사용하거나 개발자가 직접 설계한 소프트웨어를 이용하여 DUT의 레지스터를 설정하는 등의 방법이 있을 수 있습니다. AWG를 이용하여 BIST-L 설정을 할 경우에는 모든 테스트를 자동화할 수 있습니다.

SATA compliance test는 PHY/TSG/OOB, RSG, RXTX 및 SI의 4가지 카테고리로 진행됩니다. 여기서 SI 테스트는 케이블에 대한 테스트를 의미합니다.

4. PHY/TSG/OOB Transmitter Test

* PHY/TSG/OOB for Host and Device	
PHY-01 Unit Interval	TSG-09 TJ at Connector, Clock to Data, Fbaud/500 (Gen1)
PHY-02 Frequency Long Term Stability	TSG-10 DJ at Connector, Clock to Data, Fbaud/500 (Gen1)
PHY-03 Spread-Spectrum Modulation Frequency	TSG-11 TJ at Connector, Clock to Data, Fbaud/500 (Gen2)
PHY-04 Spread-Spectrum Modulation Deviation	TSG-12 DJ at Connector, Clock to Data, Fbaud/500 (Gen2)
TSG-01 Differential Output Voltage	OOB-01 OOB Signal Detection Threshold
TSG-02 Rise/Fall Time	OOB-02 UI During OOB Signaling
TSG-03 Differential Skew	OOB-03 COMINIT/RESET and COMWAKE Transmit Burst Length
TSG-04 AC Common Mode Voltage	OOB-04 COMINIT/RESET Transmit Gap Length
TSG-05 Rise/Fall Imbalance	OOB-05 COMWAKE Transmit Gap Length
TSG-06 Amplitude Imbalance	OOB-06 COMWAKE Gap Detection Windows
TSG-07 TJ at Connector, Clock to Data, Fbaud/10	OOB-07 COMINIT Gap Detection Windows
TSG-08 DJ at Connector, Clock to Data, Fbaud/10	



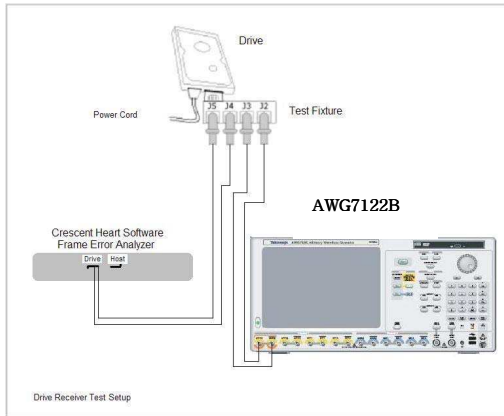
Host 및 Driver의 트랜스미터에 대하여 PHY/TSG/OOB 항목을 테스트합니다. 이 테스트를 위해서는 좌측의 그림과 같은 장비 셋업이 필요합니다. AWG를 이용하여 BIST 모드를 설정하기 위한 신호가 만들어 지고, 이 신호가 test fixture를 통하여 DUT인 drive에 입력됩니다. 이에 반응하여 DUT에서 출력되는 테스트 패턴을 10GHz 이상의 대역폭을 갖는 스코프를 이용하여 측정합니다. 측정 항목은 약 23가지 항목으로 규정되어 있습니다. 이 테스트 항목 및 테스트 방법은 MOI 버

전에 따라 변경될 수 있으므로, 개발 제품을 테스트하기 위해서는 아래의 사이트에서 최종 버전의 MOI를 항상 참고하여야 합니다.

http://www.tek.com/Masurement/applications/serial_data/sata.html

5. RSG/RMT Receiver Test

* RSG/RMT for Host and Device	
RSG-01 Gen1 (1.5Gb/s) Receiver Jitter Test	
RSG-02 Gen1 (3.0Gb/s) Receiver Jitter Test	

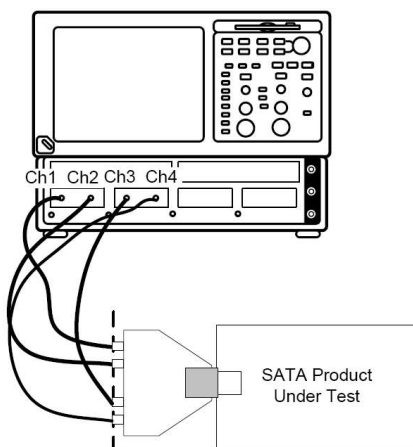


지터 톨러런스 테스트는 Host 또는 Device에 지터가 포함된 신호를 입력하였을 때 비트에러가 발생하는지의 여부를 테스트하는 것입니다. AWG를 이용하여 DUT를 먼저 BIST-L(Far End Retimed Loopback) 모드로 설정한 후 이어서 지터가 포함된 일련의 데이터 신호를 입력하면 loop-back 설정 때문에 입력된 신호가 다시 Tx 단자로 출력되게 됩니다. 이 때 입력된 지터에 의하여 디바이스 내부에서 수신 에러가 발생한다면 loop-back된 신호 패킷의 프레임 CRC 에러 비트가 “1”로 설정되게 됩니다. 따라서 프레임 에러 카운터를 이용하여 이 패킷을 확인함으로써

지터에 의해 발생된 에러의 존재 유무를 확인할 수 있습니다. 현재 MOI에서 규정하고 있는 지터는 5MHz, 10MHz, 33MHz 및 60Mhz 지터입니다. 이 4가지 주파수의 지터를 각각 20분씩 인가했을 때 비트 에러가 전혀 발생하지 않도록 요구하고 있습니다. AWG 장비는 이러한 MOI에 규정된 지터를 발생시킬 수 있을 뿐만 아니라, 더 많은 지터를 발생시켜서 디바이스가 SATA 규격에 대하여 어느 정도의 마진을 갖고 있는지를 검증하는 리시버 마진 테스트도 지원합니다.

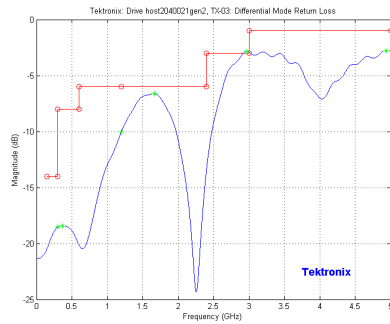
6. Rx/Tx Channel Test

* Rx/Tx for Host and Device	
RX-01 - Pair Differential Impedance	TX-01 - Pair Differential Impedance
RX-02 - Single-Ended Impedance	TX-02 - Single-Ended Impedance
RX-03 - Differential Mode Return Loss	TX-03 - Differential Mode Return Loss
RX-04 - Common Mode Return Loss	TX-04 - Common Mode Return Loss
RX-05 - Impedance Balance	TX-05 - Impedance Balance
RX-06 - Gen-1 Differential Mode Return Loss	TX-06 - Gen-1 Differential Mode Return Loss



신호의 전송 속도가 빨라지면서 일반 PCB 회로가 RF 회로 특성을 갖게 됩니다. 이러한 경우에 PCB 패턴 또는 전송 케이블의 임피던스 특성이 매우 중요합니다. 일반적으로 시리얼 데이터 통신에서는 모든 특성 임피던스를 single-end 50ohm 또는 differential 100ohm으로 매칭 시킬 것을 요구합니다. 임피던스 매칭이 정상적으로 설계되지 않으면 트랜스미터에서 발생한 신호가 리시버로 전달되는 과정에서 반사파가 발생하여 신호를 왜곡시키게 되고, 궁극적으로는 리시버에서의 비트에러를 발생시키는 가장 근본적인 원인으로 작용합니다. 이와 같이 임피던스 특성은 시스템 신뢰성에 있어 매우 중요한 역할을 하기 때문에

SATA-IO에서는 별도의 임피던스 테스트를 규정합니다. 임피던스 테스트는 DSA8200 샘플링 스코프를 이용하여 측정할 수 있고, 주파수 영역 특성을 분석하기 위하여 Iconnect 소프트웨어를 사용하게 됩니다.

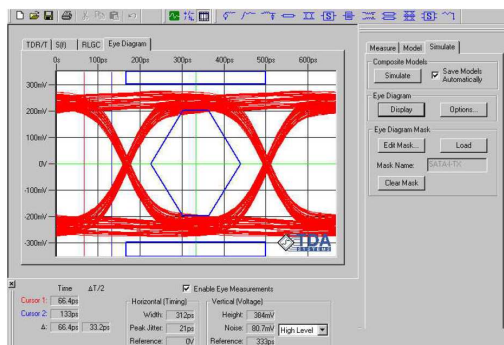
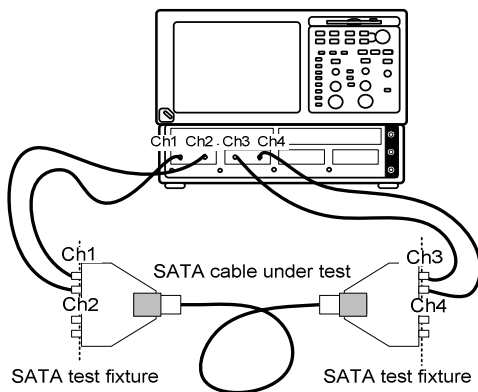


디바이스 및 호스트의 임피던스 테스트는 전원을 인가한 상태에서 MFTP BIST 모드로 설정하여 측정합니다.

7. SI Cable Test

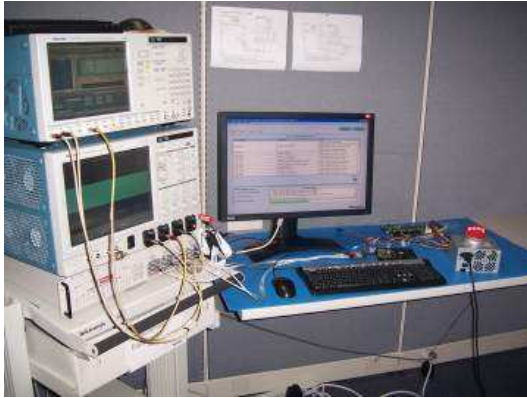
* SI for Cable

- SI-01 - Mated Connector Impedance
- SI-02 - Cable Absolute Differential Impedance
- SI-03 - Cable Pair Matching
- SI-04 - Common Mode Impedance
- SI-05 - Differential Rise Time
- SI-06 - Intra-Pair Skew
- SI-07 - Insertion Loss
- SI-08 - Differential to Differential Crosstalk: NEXT
- SI-09 - Inter Symbol Interference

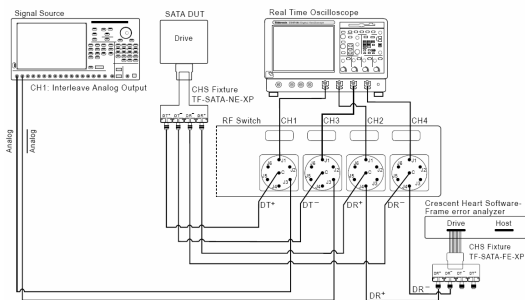


마지막으로 케이블의 임피던스 측정입니다. 디바이스의 임피던스 측정과 유사한 항목들이 측정되며, active로 측정하는 디바이스 테스트와는 달리, 전원을 인가하지 않은 패시브 상태로 측정합니다. 케이블 측정 항목인 ISI 측정이 포함됩니다. ISI는 케이블과 같은 전송 선로의 밴드위스 때문에 발생하게 되는 왜곡현상이며 이로 인해 발생하는 지터 성분이 DDJ(Data Dependant Jitter)입니다. 케이블의 신호 전달 특성과 신호 반사 특성을 인서션로스 및 리턴로스 측정에서와 같은 방법으로 확인할 수 있으므로, Iconnect는 이러한 전송 선로를 통하여 특정 신호가 전달될 경우에 발생할 수 있는 신호 왜곡 효과를 예상할 수 있습니다. 이러한 방법으로 별도의 트랜스미터 또는 신호 발생기가 없는 상태에서도 출력단에 예상되는 아이 다이어그램을 측정할 수 있습니다. 좌측에 보이는 아이 다이어그램을 통하여 여러 가지 데이터 조합에 의하여 발행할 수 있는 신호의 특성을 정성적 및 정량적으로 확인할 수 있습니다. SATA 측정에서는 ISI를 측정하는 기준 패턴을 LBP 패턴으로 규정하였습니다. 소프트웨어에서 이러한 조건을 입력하면 아이 다이어그램을 예상할 수 있으며, 이 때, 신호의 크로싱 포인트에서의 지터 값이 ISI가 됩니다. 이 값이 50psec 이하가 되도록 SATA 규격에서 요구하고 있습니다.

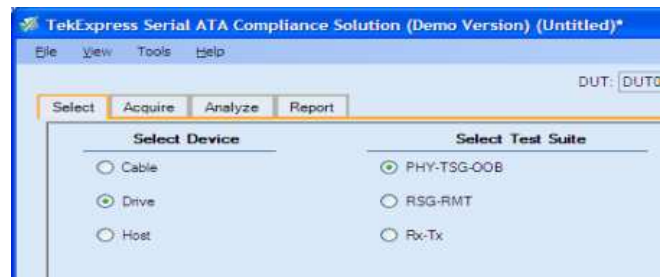
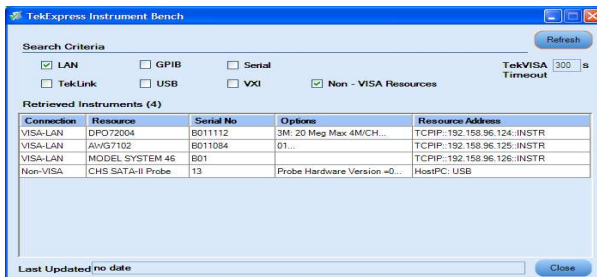
8. Full Automation with Tekexpress



텍트로닉스는 SATA 컴플라이언스 테스트의 자동화를 통하여 테스트의 정확성과 반복성을 보장합니다. TekExpress는 현재 SATA-IO에서 공식적으로 진행되고 있는 모든 호환성 테스트를 자동화 할 수 있는 툴입니다. 매뉴얼로 측정할 경우 최소 8.5 시간 정도가 소요되는 것에 비하여 Tekexpress 사용했을 경우 그 시간을 약 2 시간으로 대폭 단축 할 수 있으며 시험자의 실수로 인한 오류를 제거할 수 있습니다. 또한 변경되는 MOI 스펙을 실시간으로 업데이트할 수 있기 때문에, MOI 변경에 의한 테스트의 혼선을 배제할 수 있습니다.



Tekexpress는 AWG, DSA70KB, DSA8200, Frame Error Counter를 LAN 및 GPIB를 이용하여 제어하고 측정된 데이터를 RTeye 및 JIT3 소프트웨어를 이용하여 자동으로 분석 및 결과 리포트를 제공합니다. 이 모든 자동화를 위하여 RF 스위치를 사용합니다.



PHY-TSG-OOB Test Report

DUT ID: DUT001
Date/Time: 11/18/2008 9:13

Device Type: Drive
Overall Analysis Time: 11 Min

Test Name	Test Details			Test Limits		
	Pattern Name	Interface Speed	Measurement Details	Limit1	Limit2	Com Sta
OOB01-OOB Signal Detection Threshold-Gen 2	COMINIT/COMRESET/COMWAKE-Response	3.0Gb/s		0	0	E
	COMINIT/COMRESET/COMWAKE-No response	3.0Gb/s		0	0	E
OOB02-LI During OOB Signaling	COMINIT/COMWAKE/COMRESET	3.0Gb/s	LI During OOB Signaling	645.67	685.67	G
OOB03-COMINIT_RESET and COMWAKE Transmit Burst Length	COMINIT/COMWAKE/COMRESET	3.0Gb/s	COMINIT_RESET and COMWAKE Transmit Burst Length	103.5	109.9	G
OOB04-COMINIT_RESET Transmit Gap Length	COMINIT/COMWAKE/COMRESET	3.0Gb/s	COMINIT_RESET Transmit Gap Length	310.4	328.6	G
OOB05-COMWAKE Transmit Gap Length	COMINIT/COMWAKE/COMRESET	3.0Gb/s	COMWAKE Transmit Gap Length	103.5	109.9	G
	COMWAKE INSPEC LL	3.0Gb/s	Detected (ns)	0	0	E
	COMWAKE INSPEC UL	3.0Gb/s	Detected (ns)	0	0	E

