

IEEE 1149.1 기반의 WDM/SCM 다채널 모니터링 기능 설계

Implementation of WDM/SCM multi channel monitoring function based on IEEE 1149.1

정의석*, 이철수**, 장승현**, 김병휘***
E.S. Jung, C.S. Lee, S.H. Jang, B.W. Kim

Abstract - In WDM/SCM-PON system more than thousand signals must be gathered to monitor for operation . We have implemented IEEE STD 1149.1 JTAG serial interface bus to gather and monitor analog signals. Required area is just 5x5mm². Gathering time per one signal is 1.75μ second. Performance to gather is better than that defined in SFF-8472.

Key Words : WDM, SCM, IEEE 1149.1, JTAG

1. 서론

현재 국내에서 가장 활발한 연구가 진행되고 있는 광 가입자 망 기술은 WDM-PON(Wavelength Division Multiplexing - Passive Optical Network)으로서 한 가입자에게 하나의 파장을 할당한 다 파장을 하나의 광섬유로 통신하는 방식이다. 이 기술의 상용화에는 가입자 당 하나의 파장 할당 시 고가의 망 구축 비용을 낮추는 것이 가장 중요하다. 가입자 당 구축 단가를 낮추기 위해 WDM-PON의 한 파장을 여러 가입자가 공유하여 사용할 수 있는 SCM(Sub-Carrier Multiplexing) 기술을 적용한 WDM/SCM-PON이 대두 되고 있으며, 이에 대한 연구가 진행되고 있다.[1][2]

WDM/SCM-PON은 그림 1-1에서처럼 광 파장을 공유하면서 부반송파 기술로 주파수를 분할하여 사용함으로써 WDM-PON에 비해 더 많은 가입자를 수용할 수 있다. 이러한 통신을 위해서는 그림 1-2에서처럼 가입자 측 ONT(Optical Network Terminal)들과 CO(Central Office) 측 OLT(Optical Line Termination) 장치로 가입자망이 구성되게 된다. 운용 관리 측면에서 원활한 통신 수행 여부 확인을 위해 각 가입자 당 수집해야 할 파라미터들이 존재할 수 있다. 이를 가입자 수 및 광파장 수를 감안하면 OLT에서 수집할 파라미터들이 증가하면서, 데이터 수집을 위한 모니터링 회로의 규모가 커져 구현 비용이 증가하게 된다.

본 논문에서는 다수 모니터링 신호를 IEEE STD 1149.1 직렬 버스를 사용하여 수집하는 기능의 설계 및 구현에 대해

여 기술하고자 한다.

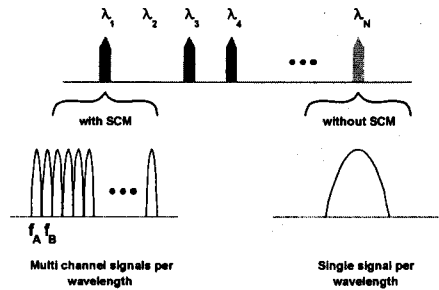


그림 1-1. WDM/SCM 파장 별 주파수 운영

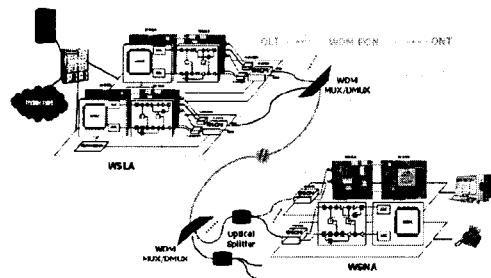


그림 1-2. WDM/SCM-PON 망 구성도

저자 소개

- * ETRI WPON기술팀 선임연구원
- ** ETRI WPON기술팀 연구원
- *** ETRI WPON기술팀 팀장

2. IEEE STD 1149.1

IEEE STD 1149.1 표준[3,4,5]은 칩 테스트를 위해 필요한

최소한의 사항을 표준화한 것으로, 설계한 core logic에 그림 2-1 및 2-2와 같이 TAP(Test Access Port) controller와 boundary scan cell, TAP를 추가함으로써, 직렬 입력의 TMS(Test Mode Select)와 TDI(Test Data Input)의 입력을 통해 직렬 출력되는 TDO(Test Data Output)의 값을 분석하여, 제작된 칩의 실장 상태 및 보드 레벨에서의 타 소자와의 상호 연결 상태를 검증하게 된다.

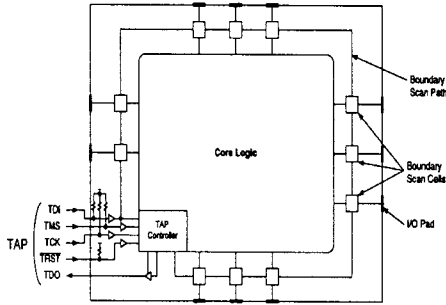


그림 2-1. Boundary Scan 구성도

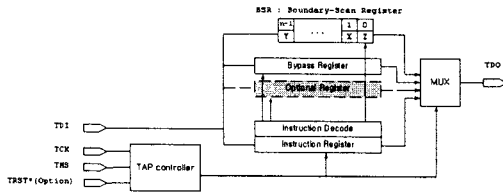


그림 2-2. IEEE 1149.1 TAP 구조

그림 2-1 및 2-2의 TAP에 속한 핀의 기능은 표 2-1과 같다.

핀 명	입출력	기능 설명
TCK	Input	Test Clock, 직렬 통신을 위한 기본 bit 클럭
TMS	Input	Test Mode Select, TAP 제어기에 다음 상태로 천이 값 통보
TDI	Input	Test Data Input, 직렬 입력 시험 데이터
TRST	Input	Test Rest, 초기화 신호
TDO	Output	Test Data Output, 직렬 출력 결과 데이터

표 2-1. TAP 핀 기능

표 2-2는 그림 2-3의 각 레지스터의 기능을 설명한 것이다. TAP 제어기는 16개의 FSM(Finite State Machine)으로 그림 3의 TAP 제어기 상태도에서처럼 직렬 입력되는 TMS 값에 따라 각각의 상태로 천이 되어 해당 DR(Data Register)이나 IR(Instruction Register)의 값을 TDI를 통해 받아들여 원하는 테스트를 수행하도록 제어하는 기능을 담당한다.

표 2-3은 IR이 수행하는 명령(Instruction)에 대한 설명이다.

Register Name	기능
Instruction Register	TAP 제어기의 명령 수행
Test Data Register	Bypass 및 Device Identification
Bypass Register	Boundary Scan 레지스터로 구성
Device Identification Register	TDI와 TDO 사이의 가장 짧은 직렬 경로 제공
Boundary Scan Register	소자의 버전, Part 번호 및 제조 번호 확인
Boundary Scan Register	각 I/O 핀 상태 및 신호 인가

표 2-2. 레지스터 종류 및 기능

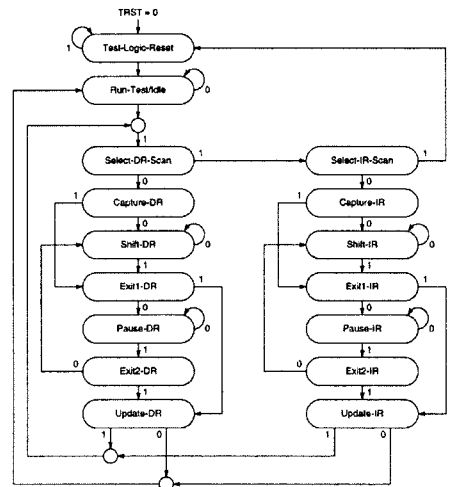


그림 2-3. TAP 제어기 상태도

Instruction	설명
EXTEST	칩 외부의 연결 상태 검사를 위해 사용
SAMPLE/PRELOAD	칩 I/O pad의 값을 읽거나 입력
BYPASS	테스트 미수행

표 2-3. IR 수행 기능

이 밖에 선택 사양으로 칩 내부 logic 테스트를 위한 INTTEST, built-in self 테스트를 위한 RUNBIST, 칩의 ID(Identification) 확인을 위한 IDCODE 등이 있다.

3. 모니터링 기능 구현

현재 ETRI 검토 중인 WDM/SCM-PON 규격에는 32개 광파장과 광파장 당 32개 SCM 채널 운영을 고려하고 있다.

한 가입자 채널 상태 파악을 위해서는 각 채널 당 광 신호 파워, 온도 제어 신호, 할당 주파수 파워, 할당 주파수 코히런스(coherency), 상향 광 파워, 상향 할당 주파수 파워, 하향

할당 주파수 파워 등의 모니터링은 필수이며 하향 주파수 코히런스나 파장 제어를 위한 온도 제어 신호 등을 포함하면 채널 당 모니터링 할 신호들은 6개 이상이 될 수도 있다. 이 경우 OLT에서는 6208(=32x32x6 + 하향 32개 광 신호 파워 + 하향 32개 광 파장 온도 제어 신호)개의 모니터링 신호를 취합해야 될 수도 있다. 광 트랜시버 중에는 SFF-8472[6] 업체 규격을 따르는 제품도 있으나 가격 상승 요소 및 프로세서 정합을 위한 드라이버 개발 작업을 필요하게 된다.

아날로그 모니터링 신호를 디지털화하여 프로세서로 제공하기 위해서는 신호 별 ADC(Analog to Digital Converter)와 프로세서 버스 정합이 필요로 하게 된다. 취합해야 할 신호가 적을 경우 구현에 큰 문제가 없다. 하지만, 앞서 서술한 바와 같이 그 수가 많을 경우 모니터링 신호 취합용 회로가 복잡 해지며 구현 단가가 높아지면서, 프로세서 버스의 공유에 물리적 한계가 발생하므로 이에 대한 대책이 요구된다.

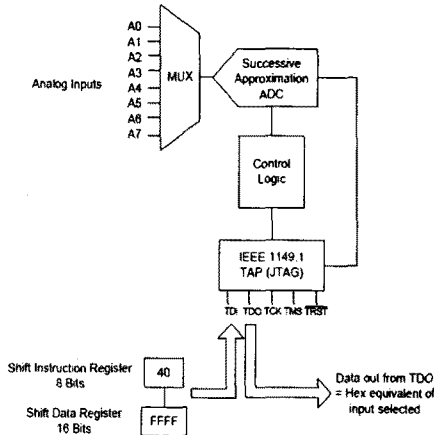


그림 3-1. 다채널 모니터링부 구조

INSTRUCTION	CODE
EXTEST	00000000
IDCODE	10000001
PRELOAD	10000010
SAMPLE	10000010
HIGHZ	00000110
CLAMP	10000111
MUXSEL0	01000000
MUXSEL1	01000001
MUXSEL2	01000010
MUXSEL3	01000011
MUXSEL4	01000100
MUXSEL5	01000101
MUXSEL6	01000110
MUXSEL7	01000111

표 3-1. 명령 코드

이에 본 연구팀에서는 그림 3-1[7]과 같이 8개 다채널 모니터링 신호를 동시에 취합 가능하면서 IEEE 1149.1 직렬 전송 표준을 따르는 모니터링 신호 취합부를 고려함으로써 구현 단가를 낮추고(3.5\$), 관련 회로를 단순화 하며, 소요 면적을 줄이(5 x 5mm²)고자 하였다.

그림 3-1의 TAP 제어부를 통해 아날로그 입력 A0~7 중 하나를 표 3-1의 명령어를 사용하여 선택한 후 TDO 포트를 통해 12bit 디지털 변환 정보를 얻을 수 있다. TCK를 최대 20MHz(1cycle 당 50n sec)로 운영 시 한 신호를 선택하여 디지털화된 값을 얻기까지 35 cycle 만큼의 1.75μ sec가 소요되며 8개 신호를 주기적으로 취합하는데 14μ sec(=1.75μ sec x 8)의 시간이 걸린다. 이는 14μ sec의 역수인 71kHz의 sampling 주기를 갖게 된다. SFF-8472에 규정된 온도 정보 전송의 경우 signed 8 bit 및 소수점 8 bit 총 16 bit의 데이터를 400kHz SCL(Serial Clock) fast mode로 전송 시 40μ sec (=2.5μ sec x 16 bit cycle) 소요되는 것에 비해 처리 성능 상 우위에 있음을 확인할 수 있었다.

4. 결론

다수의 모니터링 신호를 표준을 따르는 직렬 버스로 현재까지 한번에 8개의 신호를 처리하는 블록을 시험해 봄으로써, 저가의 구현 단가, 단순한 회로 설계, 구현 소요 면적의 감소와 잇점을 취할 수 있다는 것을 확인하였다. 추후 본 검증 결과를 시스템 전체적인 테스트 기법인 DFT(Designed For Test)나 양산성 및 시스템 신뢰도를 향상시킬 수 있는 DFM(Design For Manufacturing) 기법과 연계하여 활용하는 방안에 대해 추가 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 명승욱, 日 전가구 FTTH 시대 연다. EE Times, 11월 12일자, 2004년
- [2] Ogawara, M., "Demonstration of a 20-Bbit/s 1000-channel WDM/SCM broadcast and select system", Photonics Technology Letters, Vol.12, Issue 3, March 2000.
- [3] "IEEE Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture", IEEE STD 1149.1-1990
- [4] H. Bleeker, "Boundary-scan Test", Kluwer Academic Pub., 1993
- [5] Semiconductor Group, "IEEE Std 1149.1(JTAG) Testability", TI, 1997
- [6] Application Note AN-2030, "Digital Diagnostic Monitoring Interface for SFP Optical Transceivers", Finisar Corp., September 2002.
- [7] Eight Input IEEE 1149.1 Analog Voltage Monitor", National Semiconductor, August 2005.