

PLC Optical Splitter(1×32)의 신뢰성 평가

High Reliability Optical Splitters Composed of Planar Lightwave Circuits

+ 구현덕, 임해용, 박종혁
 + 시험인증팀, 한국광기술원
 hdku@gist.ac.kr

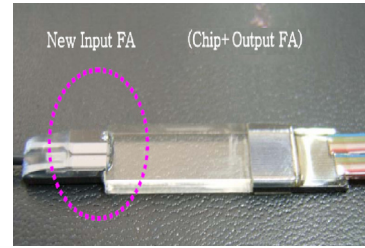
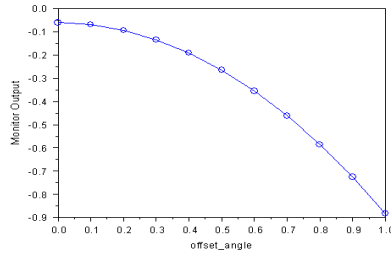
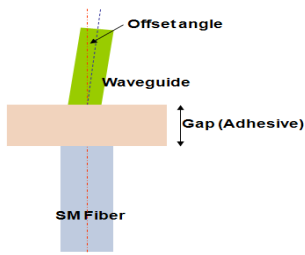
박강희
 광통신연구소, (주)휘라포토닉스

The environmental and mechanical reliability of planar lightwave circuit (PLC)-type optical splitter modules is investigated with references [1, 3]. The module is composed of Y-branching silica-based waveguides on Si connected to optical fiber with UV-curable adhesives and is packaged in a metal case which is filled with humidity-resistant resin. High optical performance such as low loss, low reflection, and thermal stability are obtained through the use of this fiber connection technique. Ten reliability tests including long-term environmental and mechanical and ALT test were carried out for more than ten 1×32 channel PLC splitter modules.

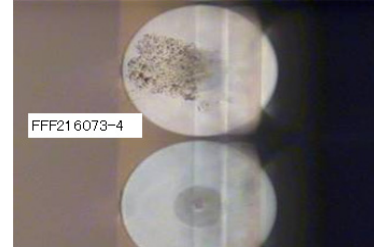
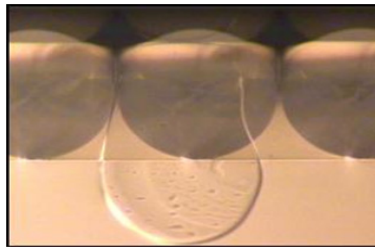
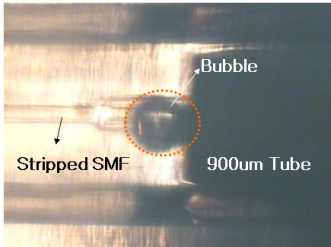
광통신 수동소자의 하나인 광 스플리터(커플러)는 광신호를 분기하거나 결합하는 소자이다. 광통신에서의 광 신호의 분기/결합기능은 전기통신에서의 전기신호의 분기/결합과 같이 각종 통신망의 구성에 있어서 기본이 되는 요소 중 하나이다. 그러나 전기신호의 분기/결합은 동선의 기계적 접속만으로 간단히 구현될 수 있으나 광신호에 있어서는 광섬유의 독특한 특성으로 간단히 구현되는 것이 어려운 실정기에. 광 분기 및 광 결합 기능소자로서 광 스플리터(커플러)가 이용된다. 광 스플리터는 일반적으로 광 결합 방식이나 제조 방식에 의해 분류된다. 광 결합 방식에 따라 크게 직접결합과 간접결합으로 분류되며, 광 분기 및 광결합 기능에 따라 스플리터, 탭(tap), 성형 결합기(star coupler) 그리고 WDM(Wavelength division multiplexer)으로 분류된다. 또한 제조방법에 따라 미세광학(microoptic) 커플러, 광섬유형 결합기 그리고 PLC 타입의 도파로형 스플리터로 분류된다. 광가입자망의 확산을 가속화하기 위해서는 광분배기의 고기능(low loss, low reflection, and thermal stability), 소형화와 저가격화가 중요하다. 이러한 이유로 인해 PLC (Planar Light Circuit)는 기능뿐만 아니라 가격적인 측면에서 우수한 것으로 평가되고 있다. 현재 Splitter의 요구 채널은 계속 증가하고 있으며, 3분기, 4 분기, 8분기, 16분기, 32 분기 등으로 변화를 거듭하고 있다. 본 논문에서는 1×32 분기에 대한 신뢰성 검증을 수행하였다.

No.	Test	Duration	Sample No.	Δ IL Av. (dB)	Δ IL Max. (dB)	RL Av. (dB)	RL Max. (dB)	PDL Av. (dB)	PDL Max. (dB)
1	Accelerated Life Test (100°C/110 °C/120 °C)	2800 hours	10/10/10	B10 LIFE ≈ 91 Years, Ea=0.76 eV					
2	Damp Heat (85 °C, 85%R.H.)	2000 hours	11	-0.04	<0.40	60	< 60	0.09	< 0.22
3	Low Temp. (-40 °C)	2000 hours	11	0.10	< 0.42	59	< 60	0.07	< 0.25
4	Temp. Cycle (-40~75 °C)	500 cycles	11	-0.10	< 0.43	58	< 60	0.09	< 0.30
5	Cyclic Moisture Res. (-40~75 °C, 90 %R.H.)	180 hours	11	0.15	< 0.41	60	< 60	0.14	< 0.22
6	Thermal Shock (ΔT=100 °C)	15 cycles	11	-0.09	< 0.20	60	< 60	0.12	< 0.27
7	Mechanical Shock (500G, 11ms)	30 times(x,y,z)	11	0.08	< 0.15	60	< 60	0.09	< 0.22
8	Vibration (10~2000Hz)	12 cycles(x,y,z)	11	-0.04	< 0.14	59	< 60	0.10	< 0.15
9	Fiber Side Pull (0.23kg, 90 °, 5s)	2 directions	11	-0.09	< 0.15	60	< 60	0.11	< 0.20
10	Fiber Flex (0.45kg)	30 cycles	11	0.12	< 0.17	60	< 60	0.09	< 0.24

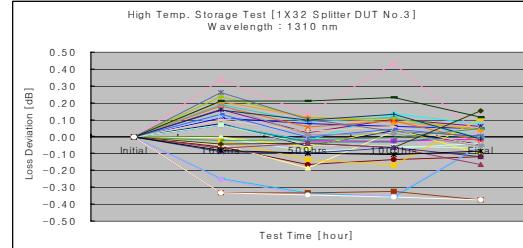
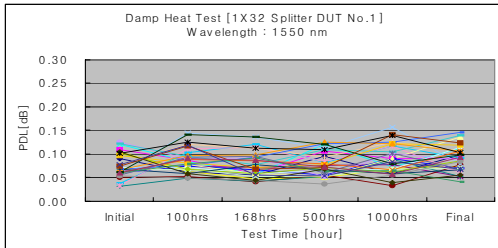
[Table 1] Summary of Reliability Test Results for 1×32 channel PLC Splitter Modules. The Table Lists average and maximum loss change, return loss and p₀ after the tests.



[그림1] PLC Splitter의 실제 형상(a) 및 Offset-angle에 따른 Simulation 결과



[그림2] 고장사례 분석 (입력부 FAB의 파이버 부분에서 발견된 Bubble 등)



[그림3] 가속수명 시험에서의 삽입손실의 변화 (1550 nm 기준) 및 Damp Heat에서의 PDL의 변화(1550 nm 기준)와 HTS에서의 IL의 변화(1330 nm 기준)

본 실험에서는 1×32 채널 PLC Splitter의 신뢰성 검증 및 향상을 위하여 도파로와 본딩에 관련된 시뮬레이션 (그림 1) 및 신뢰성 시험을 하였다(Table 1). PLC Splitter의 특성측정은 삽입손실의 변화(ΔIL), 반사손실(RL), 편광의존손실(PDL)을 기준으로 하였으며, 각 특성은 1310 nm 와 1550 nm에서 동시에 측정하였다. 신뢰성 검증을 위한 고장분석(그림 2)은 입력부 FAB의 Fiber 부분에서 발견된 Bubble과 Splitter Chip과 출력부 FAB의 본딩면에서 발견된 Bubble을 나타내고 있다. 또한 Splitter Chip과 출력부 FAB의 본딩면에서 발견된 Particle도 분석되고 있다. PLC Splitter의 높은 신뢰성을 보장하기 위한 연구를 수행하였다. 3순위 가속수명시험을 통하여 PLC Splitter module의 수명은 Arrhenius relationship : $L=A \exp [Ea/(kT)]$ 을 통하여 회귀분석법을 이용하여 계산되었다. Activation Energy (0.76 eV) 및 B10 Life Time (≈91 years)을 얻을 수 있었다. 실험에 의한 Activation Energy 및 MTTTF를 위한 신뢰성 시험은 계속 수행되고 있다. FTTH 및 PS-PON, Ethernet-PON 등에서 사용되고 있는 Splitter의 신뢰성 검증의 연구 결과는 광통신 부품의 시스템의 적용 등을 고려해 볼 때, 유용하게 사용될 것으로 여겨진다.

Acknowledgment

이 연구는 ‘2006년 부품·소재신뢰성기반기술확산사업(KMAC-한국부품소재산업진흥원)’에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Yoshinori Hibino, "High Reliability Optical Splitters Composed Silica-Based Planar Lightwave Circuits", J. Lightwave Technology, Vol. 13, No. 8, 1728-1735 (1995)
2. T. Miya, "Arrayed waveguide-type wavelength-insensitive coupler for FTTH network", in Tech. Dig. OFC'92, 1992, p.264.
3. Telcordia, "Generic Requirements for Passive Optical Components", 1209-CORE, 2001 and "Generic Reliability Assurance Requirements for Passive Optical Components", 1221-CORE, 1999.