

# 광결합 분기 다중화기의 설계

이성은, 윤지욱, 김광준, 이종현

한국전자통신연구원

전화 042-860-5727/ 팩스 042-860-6104

## Design of an optical add-drop multiplexer

Sung-Un Lee, Jiwook Youn, Kwangjoon Kim, Jong-hyun Lee

Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail: [sulee@etri.re.kr](mailto:sulee@etri.re.kr)

### Abstract

We present a 64-channel wavelength multiplexing architecture consisting of two 32-channel wavelength multiplexers. Measured insertion losses of the 32-channel multiplexers were below 8 dB with uniformity in loss among channels better than 1 dB. The architecture of an OADM is also presented which employs FBGs. It is shown that the OADM can add or drop up to 12 channels.

### 서론

급증하는 통신 수요를 충족시키기 위해 파장 분할 다중 (WDM) 전송 방식이 도입되고 있다. 광다중/역다중 소자 및 광증폭기 기술의 발전에 힘입어 40 개 파장 채널을 다중화하여 전송하는 시스템이 출현하였다[1]. WDM 방식의 통신망에서 광결합 분기 다중화기 (OADM)는 일부 파장 채널을 결합하거나 분기하는 기능을 갖는 노드 장치이다. 본 논문에서는 64 채널 광다중화기의 구조와 OADM의 구조를 제시한다.

### 광다중/역다중화기

100 GHz의 채널 간격을 갖는 64 채널 광다중/역다중화기는 그림 1과 같이 2 개의 32 채널 광다중/역다중화기로 구성된다. 이러한 채널 간격은 채널당 10 Gb/s 신호를 수용하도록 선정되었다. 32 채널 다중/역다중화기로는 AWG(arrayed-waveguide grating)가 그리고 2 채널 다중/역다중화기로는 간섭 필터가 각각 사용된다. 사용되는 파장 영역은 각각 32 개 채널을 수용하는 1533 nm 부터 1557 nm 까지와 1571 nm 부터 1597 nm 까지이

다. 이들 두 파장 영역에서 각각 EDFA(erbium-doped fiber amplifier)를 사용하여 신호를 증폭한다. 사용된 AWG는 NEL사 제품으로서 주요 특성은 표 1과 같다.

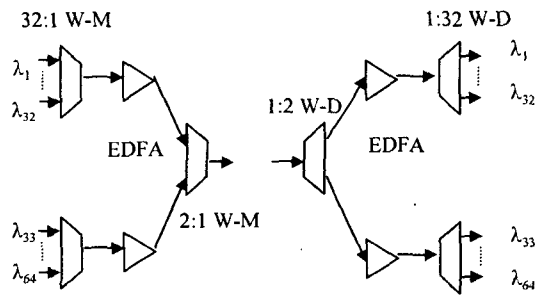


그림 1. 광다중/역다중화기 구조. W-M: wavelength multiplexer, W-D: wavelength demultiplexer

표 1. AWG의 주요 특성

항목	특성
삽입 손실	6 dB 이하
채널 손실의 균일성	1 dB 이하
채널 통과 대역폭	0.24 nm (1 dB)
편광 의존 손실	0.5 dB 이하
누화	-30 dB 이하

가변 파장 레이저를 사용하여 측정된 광다중화기의 삽입 손실 측정 결과는 그림 2와 같다. AWG의 삽입 손실이 최소가 되도록 온도를 조절하였다. AWG와 리본형의 MD 커넥터 및 2 개의 MU 커넥터 손실이 포함

된 측정치는 1533 nm ~ 1557 nm 영역에서 5.8 dB 에서 6.1 dB 까지 분포되고 있다. MD 커넥터와 MU 커넥터의 삽입 손실은 각각 1 dB 및 0.5 dB 이하다. 한편 1571 nm ~ 1597 nm 영역에서는 손실 측정치가 6.6 dB 에서 7.4 dB 까지 분포된다. 또한 광역다중화기에서 측정된 신호 대 누화비는 26 dB 이상이었다. 이 측정 값은 31 개 채널로부터의 누화를 합한 것이다.

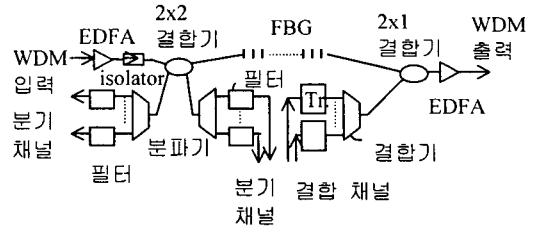
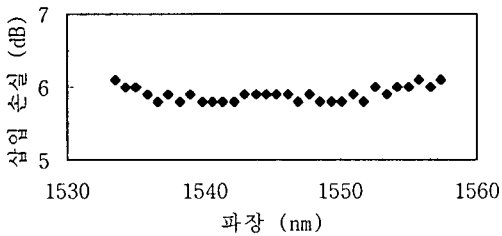
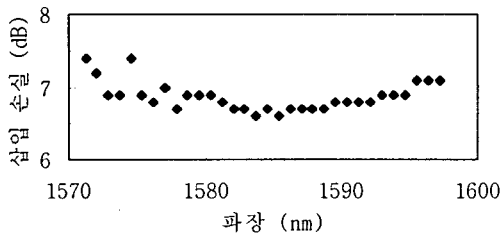


그림 3. OADM 의 구조. Tr.: transponder



(가)



(나)

그림 2. 광다중화기의 삽입 손실 측정 결과

### OADM 의 구조

본문에서 제안된 OADM 의 구조는 그림 3 과 같다. WDM 입력 신호는 EDFA(erbium-doped fiber amplifier)에 의해 증폭된 후 2x2 결합기에서 분파된다. 그 일부는 FBG(fiber Bragg grating)를 거쳐 통과 채널로 출력되고 나머지는 분파기와 필터를 통해 분기된다. 또한 FBG 에서 반사된 채널은 2x2 결합기를 거쳐 분파기와 필터를 통해 분기된다. 결합 채널은 결합기를 거쳐 2x1 결합기에서 통과 채널과 다중화되어 EDFA 에서 증폭된 후 출력된다.

제안된 OADM 은 분기 채널에 대해서만 필터를, 그리고 결합 채널에 대해서는 FBG 를 각각 사용하며 통과 되는 채널에 대해서는 필터를 거치지 않는다. 필터로는 유전체 간섭형 혹은 FBG 등이 사용될 수 있다. OADM 에 사용되는 FBG 의 주요 특성은 표 2 와 같다.

표 2. FBG 의 주요 특성

항목	특성
반사율	99.9 %
채널 아이솔레이션 (isolation)	30 dB 이상
클래딩 모드 (cladding mode) 손실	0.3 dB 이하

채널 분기용 필터로 FBG 를 사용하는 경우 필터의 구성은 그림 4 와 같이 2x1 결합기를 포함한다. 이러한 필터는 간섭 필터에 비해 삽입 손실이 크나 가격이 낮다.

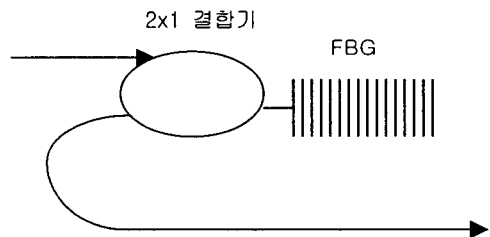


그림 4. FBG 를 사용하는 채널 분기용 필터의 구성

OADM 의 분기 경로 상에 있는 아이솔레이터(isolator), 2x2 결합기, 분파기 및 필터 등의 삽입 손실 합계의 허용치는 18 dB 가 된다. 이 값은 EDFA 의 채널당 출

력이 5 dBm 이고 광수신기로 입력되는 분기 신호의 레벨이 -13 dBm 이상이 되기 위해 요구된다.

6 dB의 삽입 손실을 갖는 1x3 분파기, 손실이 7 dB인 필터, 3.5 dB의 손실을 갖는 2x2 결합기 및 아이솔레이터의 손실 1.5 dB 등을 합치면 18 dB가 된다. 또한 2x2 결합기와 2x1 결합기 사이에 있는 FBG로부터 반사된 채널을 필터로써 분기하면 하나의 채널이 추가되므로 모두 4개 채널을 분기할 수 있다. 이 경우 분기 경로 상에는 2개의 아이솔레이터(2x1.5 dB), 2x2 결합기 왕복(2x3.5 dB), 필터(7 dB) 등이 포함되므로 손실의 합은 17 dB가 된다. 여기서 추가로 소요되는 아이솔레이터는 필터로부터 2x2 결합기로의 반사를 막기 위한 것이다.

한편 삽입 손실이 2.5 dB인 간섭 필터를 분기용으로 사용하면 분기 경로는 아이솔레이터(1.5 dB), 2x2 결합기(3.5 dB), 1x8 분파기(10.5 dB) 및 필터(2.5 dB) 등으로 구성되므로 손실의 합은 18 dB가 된다. 또한 FBG에서 반사된 채널은 아이솔레이터(1.5 dB), 2x2 결합기의 왕복(2x3.5 dB), 1x4 분파기(7 dB) 및 필터(2.5 dB) 등을 포함하는 경로를 지나므로 손실의 합은 18 dB가 된다. 따라서 이 경우 전체 분기 채널 수는 12개가 된다.

한편 결합 채널의 레벨은 0 dBm 이고 EDFA의 채널당 입력 레벨이 -20 dBm 이상으로 요구되므로 결합기와 2x1 결합기 등으로 구성되는 결합 경로의 허용 손실은 20 dB이다. 14 dB의 손실을 갖는 16x1 결합기 및 2x1 결합기(3.5 dB)의 손실 합이 17.5 dB이므로 16개의 결합 채널을 수용할 수 있다.

## 결론

64 채널 광다중/역다중화기의 구현을 위해 2개의 32 채널 AWG를 사용하는 방안을 제안하였다. 측정된 광다중화기의 삽입 손실은 8 dB 이하이고 32개 채널간의 손실 균일도는 1 dB 이내였다. 또한 FBG를 사용하며 12개 채널까지 분기할 수 있는 OADM의 구조도 제안하였다.

## 감사의 글

이 연구는 정보통신부의 출연으로 수행되었습니다. 격려와 도움을 주신 김재근 부장님과 실험을 도와 준 이 용규씨께 감사드립니다.

## 참고문헌

- [1] B. Clesca, "Optinex product family", Alcatel Telecommunications Review - 3<sup>rd</sup> Quarter, pp. 176-183, 1998