

높은 채널 분리 특성을 가지는 1550nm 대역 4 파장 광모듈 및 광중계기 제작

이유종

동의대학교 정보통신공학과

Implementation of 4-Wavelength Optical Transceiver with Excellent Transfer/Isolation Characteristics

Yoo Jong Lee

Dept. of Information and Comm. Eng., Donggeui University

E-mail : yjl@donggeui.ac.kr

요 약

OADM (optical add-drop multiplexer)과 광트랜시버 (optical transceiver)를 사용하여 1510 nm 와 1530 nm 파장을 각각 upload용과 download용으로 사용하여 광선로의 추가적인 포설없이 기존의 광선로를 재활용함으로써 비용 절감효과와 통신용량의 증가 사용자수의 증가 등 다양한 이익을 창출할 수 있다. 먼저 기존의 2개 파장이 지나는 광섬유에 fusion splicer를 이용하여 OADM을 부착하고, 1510 nm 와 1530 nm 파장을 DFB (distributed feedback) LD (laser diode) 와 tunable LD를 사용하여 파장의 변화를 관찰하였다. 이때 광통신 시 발생하는 감쇠 및 손실 특성을 알아보았으며 광트랜시버의 핵심부품중 하나인 LNA (low noise amplifier)를 balanced 타입으로 직접 제작하여 network analyzer로 측정된 결과 각각의 S_{11} , S_{21} , S_{22} 는 -19.98 dB, 11.5 dB, -20.02 dB의 값이 얻어졌다.

ABSTRACT

A 4-wavelength optical transceiver system is designed and implemented by using 4 OADMs (optical add-drop multiplexers), WDMs, and optical transceivers. In this new system, the wavelengths of 1510 nm and 1530 nm are used for upload and download signals, respectively, as well as the wavelengths of 1550 nm and 1310 nm which have been utilized in a 2-wavelength optical transceiver systems.

The 4-wavelength optical module shows very encouraging pass characteristics of about - 5 dB and isolation characteristics of less than -40 dB, which is configured with two OADMs, 4 couplers, and WDM couplers by fusion splicing. Noise figure (NF) of the one-stage balanced amplifier designed and fabricated for receiver module is 0.38 dB and the amplifying gain is 14.2 dB. S_{11} , S_{22} and input, output VSWR are -28.81 dB, -32.08 dB, 1.05 : 1, 1.08 : 1, respectively.

키워드

광중계기, 이동통신, 4파장, OADM

1. 서 론

향후 IMT-2000 서비스의 정보용량 증대 및 음영지역 해결을 위한 중계기와 기지국의 증설은 중요한 문제이다. 급증하는 데이터의 정보량과 다양한 형태의 정보전송 및 소비자 서비스 요구 등 정보용량의 필요성은 사업자에게 비용적인 측면에서 큰 고민거리가 아닐 수 없다. 이에 기존의 시설물을 사용함과 동시에 새로운 요구에 부합되

는 기술이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 이러한 요구에 대한 한 방법으로 OADM(optical add-drop multiplexer)과 광트랜시버를 사용하여 1510nm와 1530nm 파장을 각각 upload용과 download용으로 사용하여 광선로의 추가적인 포설 없이 기존의 광선로를 재활용함으로써 비용 절감효과와 통신용량의 증가 사용

자수의 증가 등 다양한 이익을 창출할 수 있는 4 파장 광증계기 시스템을 제안하였다. 먼저 1310 nm와 1550nm 파장이 지나는 광섬유에 fusion splicer를 이용하여 OADM을 부착하고, 1510nm와 1530nm 파장을 DFB(distributed feedback) LD (laser diode)와 tuneable LD를 사용하여 파장의 변화를 관찰하였다. 이때 광통신 시 발생하는 감쇠 및 손실 특성을 알아보았으며 광트랜시버의 핵심부품 중 하나인 LNA(low noise amplifier)를 balanced 타입으로 직접 제작하여 network analyzer로 측정하였다.

II. OADM의 특성

OADM은 광선로를 통해 여러 파장의 신호가 전송 될 때 하나 또는 여러 파장의 신호를 뽑아내고 같은 파장의 신호를 올려줄 때 사용하는 module로 현재까지 제안된 방법은 여러 가지가 있으나 상용화되어 있는 module에는 AWG, FBG, TFF 방식 등이 있다. 우수한 성능의 OADM 특성은 삽입손실이 적고, 온도 특성이 우수하며, 입력된 신호간의 간섭이 적어야 하며, 넓은 파장 영역에서 신호 처리가 가능하고, 소형으로 제작이 가능하여야 한다.

실험을 위해 사용된 OADM module의 반사와 투과 특성을 Agilent 81682 Tunable LD를 사용하여 1550nm 대역에서 scan해가며 측정하였다. TFF형 OADM에는 IN과 OUT, ADD, DROP의 4개 단자가 있으며 이들 중 IN과 OUT은 파장에 관계없이 투과되고 IN과 ADD, OUT과 DROP은 TFF에 의해 반사되어 add와 drop port로 사용된다. 아래 그림 3은 1530nm OADM module의 IN port에 Tunable LD로 1477nm부터 1583nm까지 파장을 주었을 때 Power sensor를 통해 ADD와 DROP port를 측정한 그림이다.

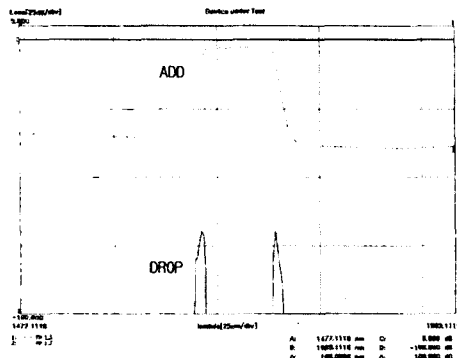


그림 1. 1530nm OADM의 대역 반사특성

ADD port에서 통과 대역은 1520 nm에서 1540 nm 정도이고 출력은 -3dBm 정도로 커넥터 손실을 감안했을 때 우수한 반사 특성을 얻었다. 그리고 그 외 파장에서는 약 -37 dBm 정도로 높은 차단 효과를 얻을 수 있었다. DROP port에선 1522 nm와 1538 nm에서 출력을 보였으나 그 값이 미미해 영향을 끼치지 않음을 알 수 있다.

III. WDM coupler의 광특성

WDM 커플러는 두 개의 다른 광 파장 또는 두개 이상의 서로 다른 광 파장을 하나의 광섬유로 묶어주는 multiplexer 기능과 1가닥의 광통신망에 서로 다른 광 파장을 각각 분리해내는 demultiplexer 기능, 그리고 multiplexer 기능과 demultiplexer 기능을 조합하여 하나의 광신호는 송신기능으로 사용하고 다른 하나는 수신기능으로 사용하여 양방향으로 통신하고자 하는 기능이 duplexer 기능을 수행한다. 그림 2에는 본 실험에 사용된 duplexer 기능의 WDM coupler의 흐름도를 나타낸 것이다.

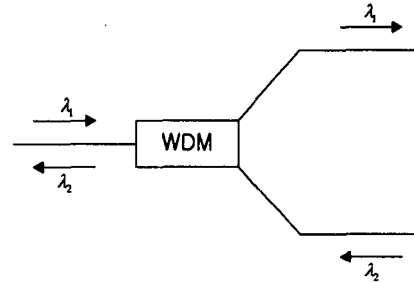


그림 2. WDM coupler의 광신호 흐름도

실험에는 1310 nm와 1550 nm를 송 수신 신호로 사용하여 WDM coupler를 구성하였다.

그림 3에는 실험에 사용된 WDM coupler 특성을 위에서 말한 3가지 기능 중 multiplexer 기능을 이용하여 OSA로 측정한 결과 그림이다.

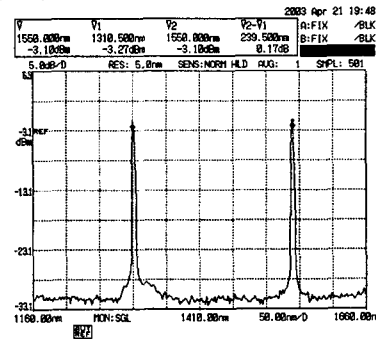


그림 3. WDM coupler 특성

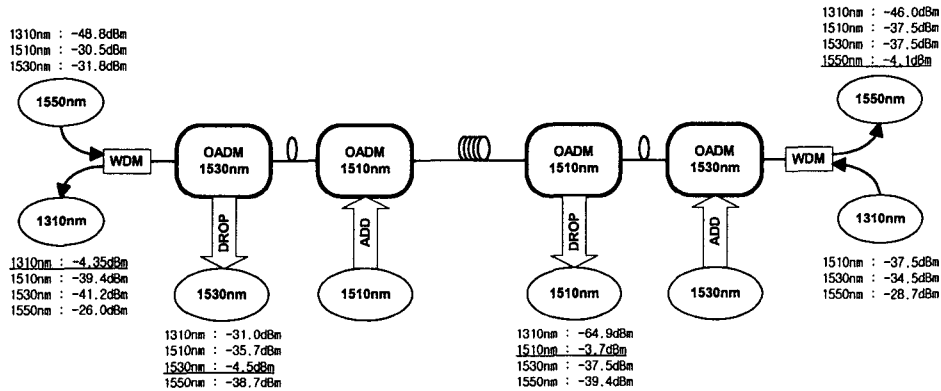


그림 4. 1310nm/1550nm WDM 사용 4파장 광신호의 흐름 및 전달/분리 특성측정 결과

측정을 위해 사용된 LD source는 1310nm DFB LD와 Tunable LD에서 1550 nm의 파장을 사용하여 측정하였다. 같은 레벨에서 측정하기 위해 Tunable LD의 파워를 조정하여 1310nm DFB LD와 동일하게 조정하였다.

손실을 감안했을 때 좋은 특성을 얻었다. 기지국과 증계기의 종단에서 측정되는 1310nm와 1550nm의 출력 파워는 약 -4dBm으로 좋은 특성을 보인다. 종단에서 측정되는 그 외 파장들의 isolation은 약 -37dBm 이하로 높은 분리 특성을 얻을 수 있었다. OADM module의 DROP port 종단에서 측정된 출력파워는 약 -4dBm으로 좋은 특성을 얻었고, isolation도 -35dBm 이하로 얻었다.

IV. 4파장 광증계기

파장선택을 달리하여 WDM을 선정하면 4파장 광증계기에 사용되는 파장을 변경, 선택할 수 있으며 응용의 목적에 따라 장점을 달리할 수 있다. 즉, 4개의 OADM은 신규 증설되는 광파장에 맞추어 선정되고 WDM coupler는 기존의 2개 사용 파장을 선택하므로 이러한 개념을 활용 2종류의 4파장 광증계기를 제작하였다. 그림 4, 5에는 각각 1310nm/1550nm WDM 및 1480nm/1550nm WDM을 사용한 4파장 광신호의 흐름도를 나타내었다.

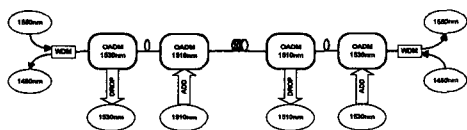


그림 5. 1480nm/1550nm WDM 사용 4파장 광신호의 흐름도

그림 6은 Agilent 81682 Tunable LD를 사용해 OADM의 DROP port의 출력을 측정한 것이다. 1510nm OADM의 DROP port는 1500nm에서 1518nm까지 Drop 되고 1530nm OADM은 1521nm에서 1538nm까지 Drop 됨을 측정하였다. 그리고 출력 파워도 약 -4dBm으로 coupler와 커넥터

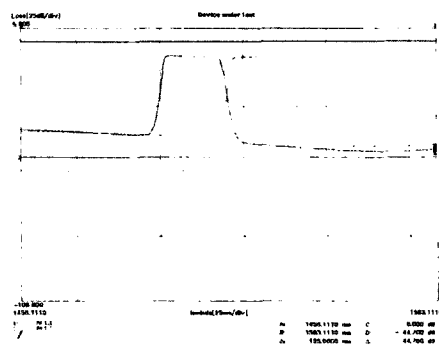


그림 6. OADM의 Drop 대역 특성

V. 송/수신 RF 모듈 제작

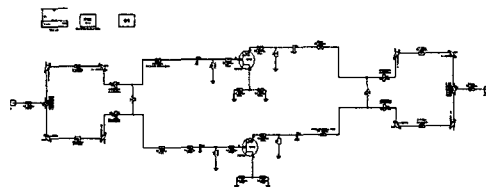


그림 7. 설계된 수신부 2 GHz대역 balanced amp.

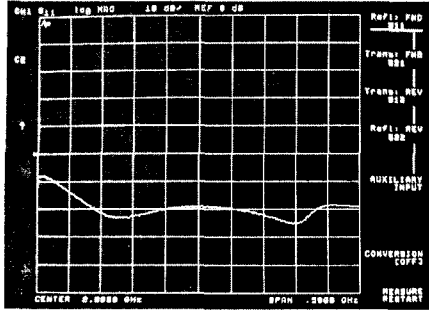


그림 8. Balanced LNA S_{11} 측정치

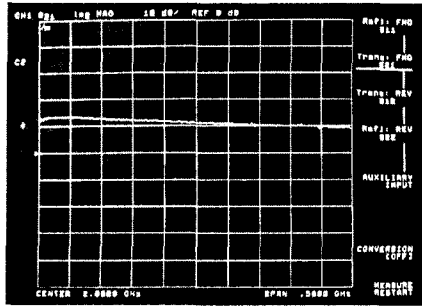


그림 9. balanced LNA S_{21} 측정치

4-파장 광모듈의 구현 후 광트랜시버 구성의 핵심부분인 RF 송/수신 회로를 제작, 측정하였다. 아울러 송/수신 모듈의 LD 및 PD 동작의 이상 유무를 감시하기 위한 monitoring 회로와 LD 및 PD에 알맞은 동작 전원을 공급하기 위한 bias 회로도 제작하였다. 수신부의 초단증폭기로 제작된 balanced LNA를 측정한 결과 S_{11} 은 -19.98 dB가 측정되었고, S_{22} 는 -20.02 dB가 측정되었으며 S_{21} 은 11.5 dB가 측정되어 computer tool을 사용한 설계 시뮬레이션 결과 값과 비슷한 측정 결과를 보여 주었고 1-stage FET를 사용 제작한 LNA 보다 개선된 특성 데이터를 얻을 수 있었다.

VI. 결 론

2 파장을 이용한 이동통신용 중계기 시스템에 OADM module 4개를 첨가하여 새로운 기지국-중계기 링크를 간단히 추가 구현할 수 있는 4-파장 광중계기 시스템을 소개하였다. 이로써 기존의

파장과 추가된 파장을 하나의 광섬유 선로에서 통신함으로써 광선로의 증설 없이 새로운 링크 구성이 가능하며 저 비용으로 통신용량의 증가와 사용자수의 증가의 이익을 얻을 수 있다. 광트랜시버의 핵심부품 중 하나인 LNA (low noise amplifier)를 balanced 타입으로 직접 제작하여 network analyzer로 측정한 결과 각각의 S_{11} , S_{21} , S_{22} 는 -19.98 dB, 11.5 dB, -20.02 dB의 값이 얻어졌다. 본 4파장 광 중계기의 우수한 광 전달/분리 특성은 향후 저렴한 비용으로 IMT-2000 등 이동통신 서비스 응용에 유용하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Andreas Othonos, Kyriacos Kalli, Fiber bragg gratings, Artech House, 1999.
- [2] Yoshiaki Kuhara, et. al, "Optical WDM Transceiver Module Using Wavelength -Selective Coupler and WDM-PD for Optical Access Networks", Journal of lightwave technology, Vol. 15, No. 4, April 1997.
- [3] Ichiro Ikushima, et. al, "High- Performance Compact Optical WDM Transceiver Module for Passive Double Star Subscriber Systems", Journal of lightwave technology, Vol. 13, No. 3, March 1995.
- [4] 장희선, 노일수, 임명환, "국내 IMT-2000 서비스의 경제성 분석", 한국통신학회논문집, v.26, n.7A, pp.1117-1123 1226-4725, 07 2001.