

반도체광증폭기 광섬유 링 레이저를 이용한

4광파 혼합 파장 변환

Four Wave-Mixing Wavelength Conversion

Using Semiconductor Optical Amplifier Fiber Ring Laser

허남춘, 박보근, 정영철
 광운대학교 전자통신공학과
 southspring@kw.ac.kr

파장 변환은 여러 채널의 광파장을 사용하는 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 네트워크에서 파장충돌에 의한 블로킹을 줄일 수 있고 파장을 재사용함으로써 망의 유연성을 증가시키는 역할을 수행할 수 있다.⁽¹⁾ 반도체광증폭기(SOA)를 이용한 파장 변환 방식에는 상호이득변조(Cross Gain Modulation) 및 상호위상변조(Cross Phase Modulation)방식과 4광파 혼합(Four Wave-Mixing : FWM)으로 나눌 수 있다. 4광파 혼합을 이용한 파장 변환은 다른 방식들과 비교하여 입력 신호의 비트율 및 변조 형태에 관계없이 파장 변환을 할 수 있지만 변환 효율이 낮다는 단점이 있다.

본 논문에서는 반도체광증폭기 광섬유 링 레이저를 이용한 4광파 혼합 파장 변환기를 구현하였으며 구성도는 그림 1과 같다. 그림에서 보듯이 광섬유 링에 이득 매질인 반도체 광증폭기와 단방향 공진을 위한 Isolator, 편광상태 조절을 위한 PC(Polarization Controller), 파장 선택을 위한 Tunable Filter로 구성되어진다.⁽²⁾ 반도체 광증폭기의 경우 펌프광원을 생성하는 역할뿐만 아니라 FWM을 위한 비선형 매질로 이용되어진다.⁽³⁾ 이것은 외부에서 펌프광을 인가하지 않아도 되므로 보다 효율적이라고 볼 수 있다. 그림 2는 1550nm의 입력신호와 15nm 떨어진 1535nm 파장 변환 신호 그리고 펌프광의 스펙트럼을 보여주고 있다.

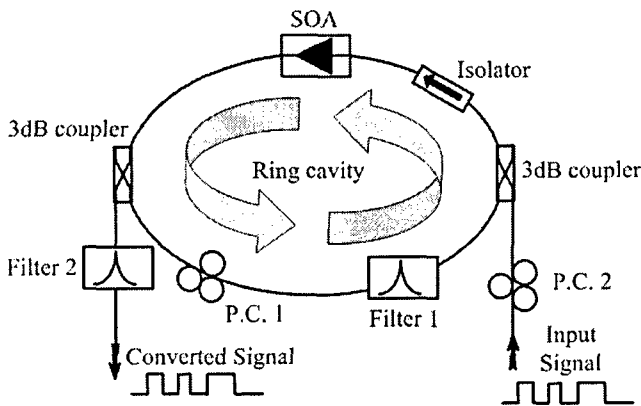


그림 1. 반도체 광증폭기 광섬유 링 레이저를 이용한 4광파 혼합 파장 변환 기본 구성도

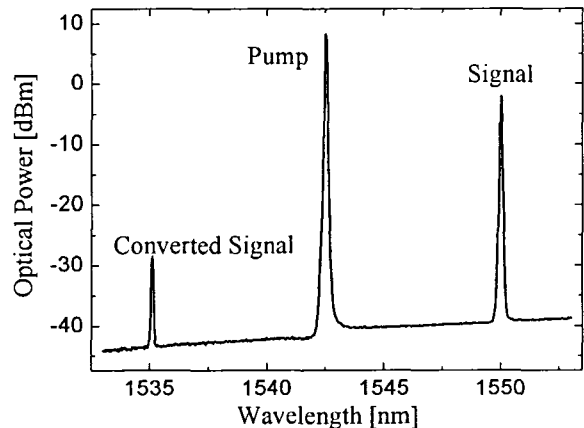


그림 2. 4광파 혼합 출력 스펙트럼

입력광은 2.5Gbps의 $2^{23}-1$ PRBS로 외부 변조되었으며 SOA Bias Current는 비선형성이나 이득포화특성이 유지될 수 있는 200mA를 인가하였고 Filter1을 이용하여 펌프광을 변화 시키면서 파장 변환 특성을 측정하였다. 그림 3은 1550nm 파장의 입력신호(-5dBm)에 대한 파장 변환 효율을 나타내고 있다. 그림에서 보듯이 변환효율은 입력신호에서 멀어질수록 즉 입력신호와 펌프신호가 멀어질수록 광파들간의 상호관계가 줄어들므로 효율은 저하된다. 출력단에서 Filter를 통과한 변환된 신호의 파워가 작기 때문에 EDFA로 신호를 증폭하였으며 이때 변환된 신호의 BER을 그림 4에 나타내었다. BER이 현저하게 저하된 것을 볼 수 있는데 이것은 EDFA를 통과후에 Background Noise가 증가하였기 때문이다. EDFA 다음에 Filter를 사용하여 이를 제거한다면 BER은 향상될 수 있다.

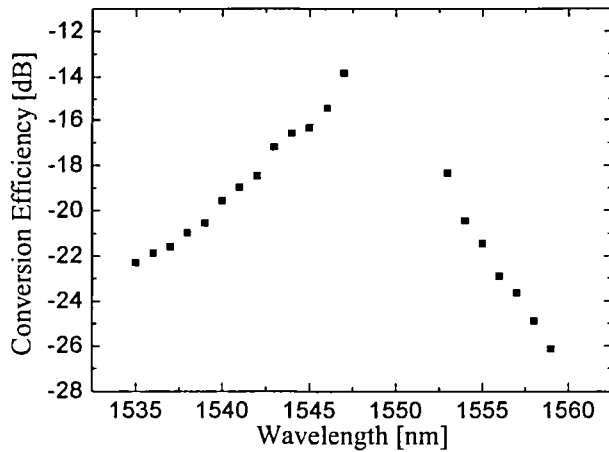


그림 3. 변환 신호 파장에 대한 변환 효율

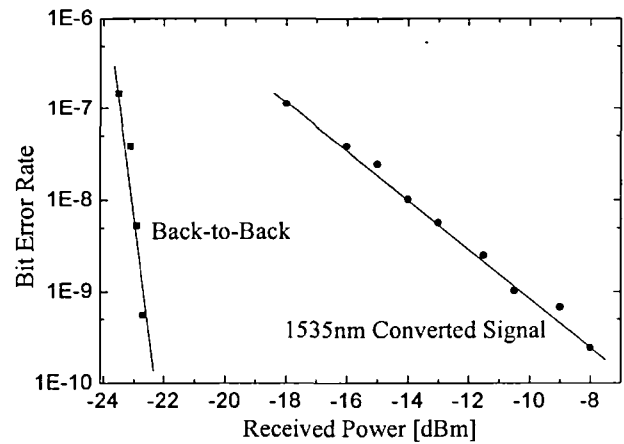


그림 4. 변환 신호 수신파워에 대한 BER

반도체 광증폭기 광섬유 링 레이저를 이용하여 2.5Gbps 4광파 혼합 파장 변환을 수행하였다. 별도로 펌프광 없이 광섬유 링 레이저를 사용하여 파장 변환함으로써 시스템 구현이 간소화할 수 있었으며, 본 실험에서는 변환 신호 파장에 대한 변환 효율 및 15nm 변환된 신호(1535nm)의 BER특성을 측정하였다. 4광파 혼합을 이용한 파장 변환방식은 극히 높은 비트율에 대한 파장 변환이 가능하고 변조형태에 상관없이 파장 변환을 할 수 있으므로 향후 파장 변환 효율을 향상 시킨다면 WDM 네트워크에 매우 필수적인 요소로 제공되어질 것이다.

참고문헌

1. C. A. Brackett, A. S. Acampora, J. Schweitzer, et al., "A Scalable Multiwavelength Multihop Optical Network : A Proposal for Research on All-Optical Networks," *J. Lightwave Technol.*, Vol. 11, pp. 736-752, May 1993
2. Deyu Zhou, Paul R. Prucnal, and Ivan Glesk, "A Widely Tunable Narrow Linewidth Semiconductor Fiber Ring Laser," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 10, pp. 781-783, June 1998
3. Z. G. Lu, S. A. Boothroyd, and J. Chrostowski, "Tunable Wavelength Conversion in a Semiconductor-Fiber Ring Laser," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 11, pp. 806-808, 1998

