

# 장주기 격자쌍을 이용한 Yb<sup>3+</sup> 가 첨가된 비선형 광섬유의 광 스위칭 특성

## Optical Switching Characteristics of Yb<sup>3+</sup> Doped Nonlinear Optical Fiber by Use of Long Period Fiber Grating Pair

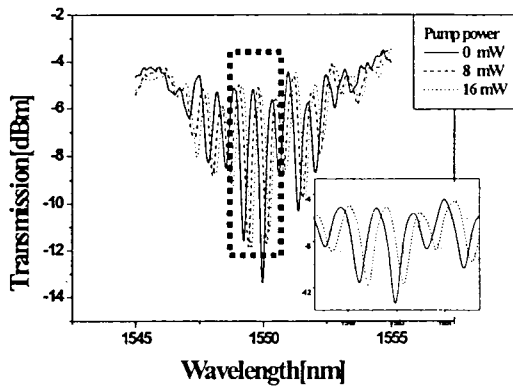
김남수+, 김운현, 정영주, 백운출, 한원택

광주과학기술원 정보통신공학과 특수광섬유연구실

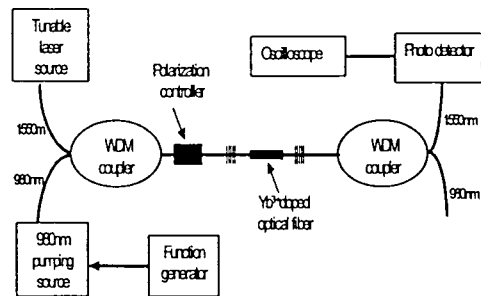
Tel: 062-970-2215, Fax: 062-970-2204, E-mail: wthan@kjist.ac.kr

Optical switching 기술은 All-optical communication 의 핵심 기술이며, 최근 Nonlinear optical fiber 를 이용한 All-optical switching 기술에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 한편, Yb<sup>3+</sup>가 첨가된 비선형 광섬유는 일반 석영 유리 광섬유보다 약 10<sup>3</sup> 배 이상 큰 비선형 광학계수를 갖고 있어<sup>2, 3</sup> 이러한 비선형 광섬유에 장주기 격자쌍을 형성시킨 후 Pump광을 입사하면 비선형성에 의한 굴절률의 변화로 간섭 스펙트럼이 이동한다.<sup>4</sup> 이러한 파장이동 현상은 파장 변환기 및 전광 스위치 등으로 응용될 수 있다. 본 연구에서는 Yb<sup>3+</sup>가 첨가된 비선형 광섬유를 이용하여 All-optical switching device를 구현하고 그 특성을 연구하였다.

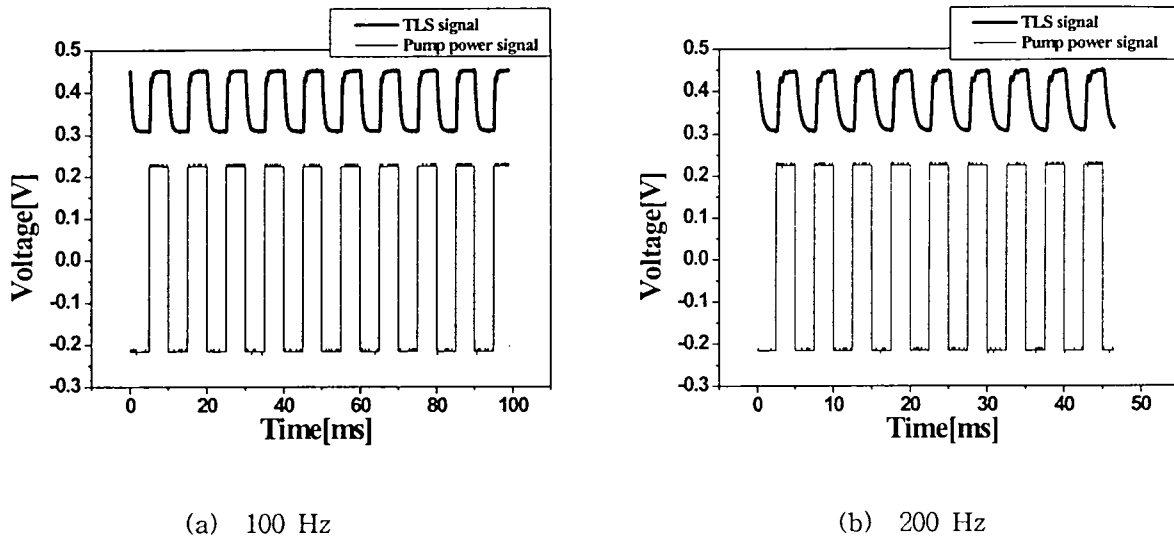
광섬유에 격자를 형성하기 위한 광 민감성 부여를 위해 먼저 일반 광섬유를 110atm 의 압력과 35°C 의 온도에서 96시간 동안 수소 처리한 후, 격자 주기가 300μm인 Amplitude mask 위에 KrF laser(λ=248nm)를 조사하여 장주기 광섬유 격자를 쌍으로 형성하였다. 이 때 두 격자간의 거리는 10cm, 격자 길이는 2cm 를 유지하였다. 다음, 장주기 격자 사이를 절단하고 Yb<sup>3+</sup>가 첨가된 비선형 광섬유(15 cm)를 삽입·융착하였다. <Fig. 1>은 ASE source (SOA 240)를 사용하여 18 mW에서 Pumping 하기 전 후의 Yb<sup>3+</sup>가 첨가된 비선형 광섬유의 투과스펙트럼을 나타낸 그림이다. 격자쌍에 의해 형성된 Interference fringe가 Pumping에 의해 장파장쪽으로 이동하였고, 이는 비선형 광섬유의 주요특성인 굴절률의 증가에 기인한다. 이러한 간섭 스펙트럼의 이동현상을 이용하여 <Fig. 2>의 Optical switching 실험 장치를 구성하였다. Optical switching 실험을 위한 광원으로는 Tunable Laser Source(TLS), Pump source로는 980nm LD를 사용하였다. TLS의 파장은 Interference fringe의 Pump에 따른 이동시 Crosstalk 이 가장 큰 1549.58 nm 에 고정하였고, 6mW의 파워를 인가하였다. 980nm pump LD는 Function generator에서 나오는 사각파에 따라 변조되어 Pump된다. 따라서 LPG pair 의 간섭 스펙트럼의 이동은 Function generator의 on-off 상태에 따라서 결정된다.



<Fig. 1> Transmission spectrum of the LPG pair with Yb<sup>3+</sup> doped nonlinear optical fiber as the increase of the pump power.



<Fig. 2> Experimental setup for all-optical switching measurement.



<Fig. 3> Temporal response of switching of input TLS signal at 1549.58 nm with a control optical pump power at 980 nm. Pump power pulse was modulated by (a) 100 Hz and (b) 200 Hz

<Fig. 3> 에서 보는 바와 같이 TLS 신호는 Modulation 된 Pump 신호에 따라 Switching 됨을 확인할 수 있었다. 그러나 주파수를 증가시킴에 따라 Switching 된 TLS 신호의 Leading edge 부분과 Falling edge 부분의 퍼짐 현상이 증가함을 알 수 있다. 이러한 퍼짐 현상은 Switching speed를 제한시키는 요소로 작용하여, Maximum switching speed의 측정 결과 200 Hz(3dB bandwidth)의 값을 얻었다. 이것은 Nonlinear optical fiber 의  $Yb^{3+}$  이온의 Lifetime이 상당히 길기 때문으로 사료된다.<sup>5</sup> 결론적으로, 본 연구에서  $Yb^{3+}$ 가 첨가된 비선형 광섬유 및 광섬유 격자쌍을 이용하여 간단한 구조의 All-optical switch가 구현됨을 확인하였고, 고주파 Pump신호에 따른 신호왜곡의 감소를 위해서는 짧은 Lifetime 즉, 응답시간이 빨라지도록 비선형 광섬유의 비선형 광특성이 개선되어야 할 것이다.

본 연구는 광주과학기술원 UFON의 ERC와 과학기술부 중점 국가연구개발사업, BK-21 사업의 일부 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] P. Elango, J. W. Arwright, P. L. Chu, and G. R. Atkins, "Low-power all-optical broad-band switching device using Ytterbium-doped fiber" IEEE P.T.L. VOL. 8, NO. 8, pp. 1032-1034 (1996).  
 [2] J. W. Arkwright, P. Elango, G. R. Atkins, T. Whitbread, and M. J. F. Digonnet, "Experimental and theoretical analysis of the resonant nonlinearity in ytterbium-doped fiber," J. Lightwave Technol. 16, pp. 798-806 (1998).  
 [3] M. J. F. Digonnet, R. W. Sadowski, H. J. Shaw, and R. H. Pantell, Opt. Fiber Technol. 3, 44, 1977  
 [4] Y. H. Kim, B.H. Lee, Y. Chung, U. C. Paek, W.-T. Han, "Resonant optical nonlinearity measurement of  $Yb^{3+}/Al^{3+}$  co-doped optical fibers using an LPG pair," Optics Letters, Vol.27 [8], pp. 580-582, 2002.  
 [5] M. J. F. Digonnet, R. W. Sadowski, H. J. Shaw, and R. H. Pantell, "Resonantly enhanced nonlinearity in doped fibers for low-power all-optical switching." Optical Fiber Technology, 3, pp. 44-64, 1997.

F  
E