

주기적으로 분극반전된 LiNbO₃ 결정에서 피코초 펄스를 이용한 광대역 광매개 증폭

Broadband Optical Parametric Amplification in a Periodically Poled LiNbO₃ Crystal Pumped with ps-Pulses

전옥엽, 진민지, 임환홍, 김병주, 차명식*
 부산대학교 물리학과
 *e-mail: mcha@pusan.ac.kr

주기적으로 분극반전된 LiNbO₃ (PPLN) 결정은 큰 비선형 광학계수 d_{33} 를 갖고 있고, 준위상정합 소자로서도 상당히 매력적인 물질이다. PPLN 결정의 d_{33} 를 이용하면, 연속발진 광매개발진^[1], 과장변환^[2] 등이 가능하다. 특히, 차주파수 발생 (difference frequency generation : DFG)의 원리를 이용하는 과장변환소자는 광 파이버를 따라 들어오는 신호를 전기적인 과정을 거치지 않고, 다른 채널로 바로 보낼 수 있다. 현대 광통신은 과장 분할 다중화 (WDM) 방식을 따르는 것이 대세이어서, 큰 변환효율 뿐만 아니라, 넓은 과장영역에서의 위상정합 또한 요구된다.

본 연구에 앞서, PPLN 에서 d_{33} 를 이용하여 1575 nm 를 중심과장으로 하는 광매개 발생 (OPG)을 구현하였다^[3]. 이 때 광대역의 차주파수 발생이 가능하였던 것은 신호광과 idler 간의 군속도가 거의 일치 했으며, 이 영역에서 펌프광과 신호광(혹은 idler 광)의 군속도 차이도 거의 무시 할 수 있었기 때문이다. 본 연구에서는 PPLN 결정에서 ps 펄스로 펌핑한 통신과장영역에서의 광대역 OPA 를 소개하고자 한다.

실험에 사용한 PPLN 결정은 두께 0.5 mm, congruent LiNbO₃ 결정을 이용한 상온 액체전극 전기장 폴링법으로 제작한 것이다^[4]. 그림 1 은 실험 장치도를 나타낸 것이다. 그림 1 에서 PPLN-S 는 증폭할 신호광을 발생하는 PPLN 결정으로 길이 10 mm, 주기 29.8 μm 로 10 Hz 의 반복률과 35 ps 의 펄스폭을 갖는 Nd:YAG 레이저의 기본파(YG801, Quantel)인 1064 nm 를 펌핑하고, 온도를 조절하여 신호광의 발생 영역을 조절하였다.

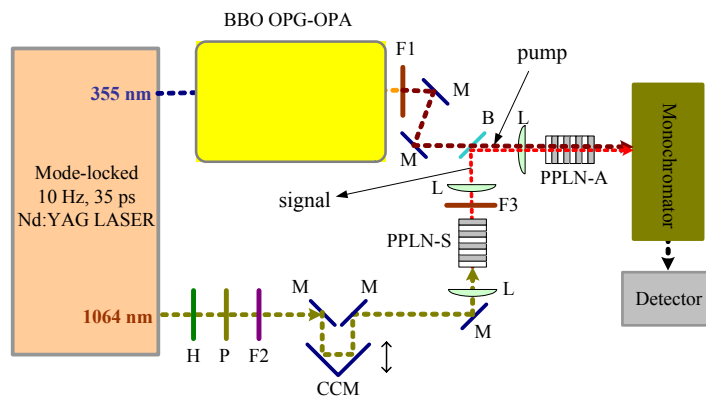


그림 1. 실험 장치도

한국광학회 하계학술발표회

펌프광은 두개의 BBO 결정에 355 nm (YG801, Quantel)로 펌핑하여 발생한 OPG-OPA 를 이용하였다. OPG-OPA 로부터 발생된 870 nm (FWHM ~ 4 nm)를 펌프광으로 하고, PPLN-S 에서 발생한 신호광을 상온에서 주기 24 μm , 길이 8 mm 인 PPLN-A 결정에 집광하였다.

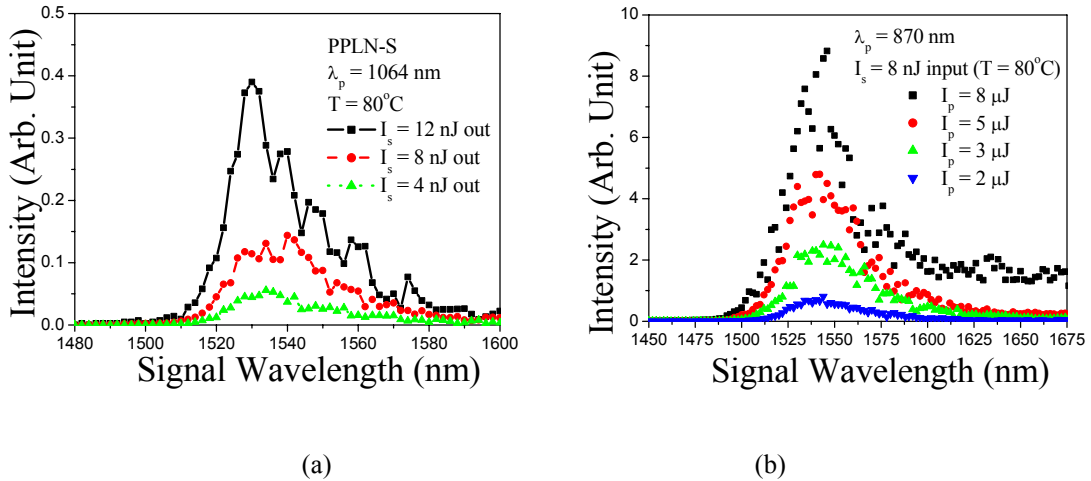


그림 2. (a) 입사한 신호광과 (b) 증폭된 신호광

PPLN-S 로부터 발생한 신호광은 PPLN-A 에서 펌프광과 상호작용을 거쳐 증폭되는 것이 확인되었다 (그림 2). 신호광의 스펙트럼이 고르게 증폭되기 위해서는 PPLN-A 에서 상호작용하는 광들의 위상정합과 더불어 군속도 정합이 이루어 져야 하고, 특히, 신호광의 스펙트럼이 PPLN-A 의 광매개 발생의 영역에 포함되어 있고, 입사하는 신호광에 따라 펌프광의 세기를 적절히 조절해야 가능하다.

참고문헌

- [1] L. E. Myers, R. C. Eckardt, M. M. Fejer, R. L. Byer, and J. W. Pierce, "CW diode-pumped optical parametric oscillator in bulk periodically poled LiNbO_3 ", *Electron. Lett.* **31**, 1869-1870 (1995).
- [2] C. Q. Xu, H. Okayama, and M. Kawahara, "1.5 μm band efficient broadband wavelength conversion by difference frequency generation in a periodically domain-inverted LiNbO_3 channel waveguide", *Appl. Phys. Lett.* **63**, 3559-3561 (1993).
- [3] 전옥엽, 진민지, 임환홍, 김병주, 차명식, "피코초 펄스로 펌핑한 주기적으로 분극반전된 LiNbO_3 결정에서의 광매개 발생", 한국광학회 2006 년 동계학술 발표회, TP-IV5 pp.145-146 (2006)
- [4] M. J. Jin, O. Jeon, B. J. Kim, and M. Cha, "Fabrication of periodically poled lithium niobate crystal and poling-quality evaluation by diffraction measurement", *J. Korean. Phys. Soc.* **47**, S336-S339 (2005).
- [5] D. H. Jundt, "Temperature-dependent Sellmeier equation for the index of refraction, n_e , in congruent lithium niobate", *Opt. Lett.* **22**, 1553-1555 (1997).