

피코초 펄스로 펌핑한 주기적으로 분극반전된 LiNbO₃ 결정에서의 광매개 발생

Optical Parametric Generation in a Periodically Poled LiNbO₃ Crystal Pumped by 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], 파장변환^[2] 등이 가능하다. 특히, 차주파수 발생(difference frequency generation : DFG)의 원리를 이용하는 파장 변환소자는 광 파이버를 따라 들어오는 신호를 전기적인 과정을 거치지 않고, 다른 채널로 바로 보낼 수 있다. 현대 광통신은 파장 분할 다중화 (WDM) 방식을 따르는 것이 대세이어서, 큰 변환효율 뿐만 아니라, 넓은 파장영역에서의 위상정합 또한 요구된다.

본 연구에 앞서, MgO 첨가된 PPLN에서 d_{31} 을 이용하여 1550 nm를 기본파로 하는 2차조화파 발생 (SHG)을 구현하였다^[3]. 이 때 광대역의 2차 조화파 발생이 가능하였던 것은 기본파와 2차 조화파 간의 군속도 정합을 이루었기 때문이었다. 이와 유사하게 DFG 혹은 광매개 발생 (OPG)을 구현할 경우, 특히 d_{33} 를 이용하는 경우 또한 광대역의 파장변환이 가능함을 알게 되었다. 본 연구에서는 PPLN 결정에서 ps 펄스로 펌핑한 통신파장영역에서의 광대역 OPG를 소개하고자 한다.

실험에 사용한 PPLN 결정은 두께 0.5 mm, 주기 24 nm, 길이 8 mm로 congruent LiNbO₃ 결정을 이용한 상온 액체전극 전기장 폴링법으로 제작한 것이다^[4]. D. Jundt 의 Sellmeier 방정식을 이용하여, 주기 24 nm 에서 QPM OPG 파장대역과 그 대역내에서의 군속도를 그림 1에 나타내었다^[5]. 여기서 신호광과 idler 광 사이의 군속도 차이는 ~ 0.1 ps/cm 이다.

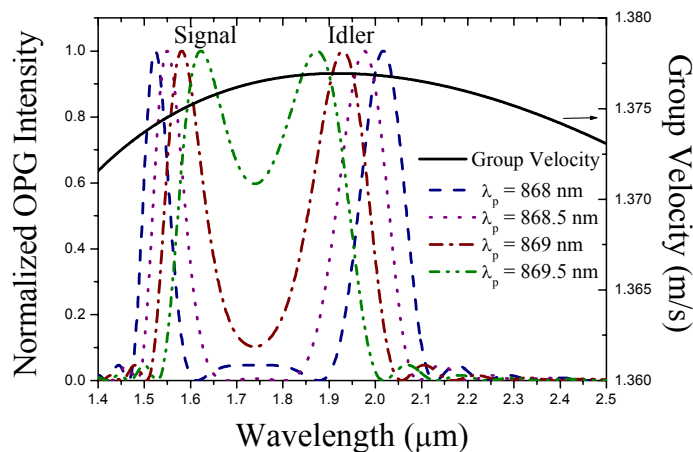


그림 1. 펌핑광의 파장에 따른 준위상정합 OPG 파장 대역과 군속도

광원으로는 두개의 BBO 결정에 10 Hz 의 반복률과 35 ps의 펄스폭을 갖는 Nd:YAG 레이저의 3차 조화파(YG801, Quantel)인 355 nm 로 펌핑하여 발생한 OPG-OPA를 이용하였다. OPG-OPA로부터 발생된 12 mJ 의 869 nm (FWHM ~ 4 nm)를 상온에서 PPLN 결정에 펌프광으로 집광하였다.

발생한 신호광은 1575 nm를 중심파장으로 150 nm의 파장대역을 갖는 것으로 관측되었다 (그림 2).

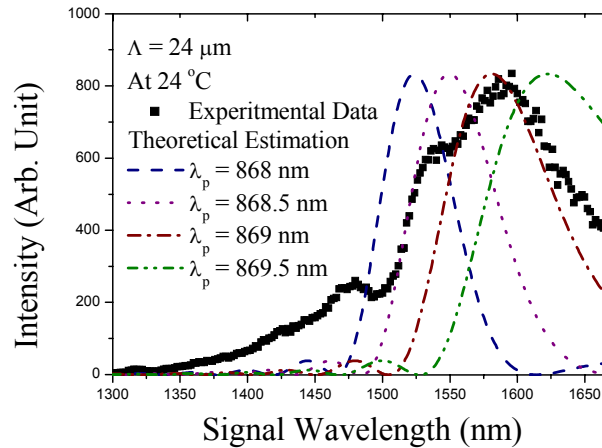


그림 2. 측정된 OPG 스펙트럼

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 LiNbO₃", *Electron. Lett.* **31**, 1869-1870 (1995).
- [2] C. Q. Xu, H. Okayama, and M. Kawahara, "1.5 mm band efficient broadband wavelength conversion by difference frequency generation in a periodically domain-inverted LiNbO₃ channel waveguide", *Appl. Phys. Lett.* **63**, 3559-3561 (1993).
- [3] N. E. Yu, J. H. Ro, M. Cha, S. Kurimura, and T. Taira, "Broadband quasi-phase-matched second-harmonic generation in MgO-doped periodically poled LiNbO₃ at the communications band", *Opt. Lett.* **27**, 1046-1048 (2002).
- [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).