

주기적으로 분극반전된 Stoichiometric Lithium Tantalate 에서의 ECL 레이저를 이용한 광매개증폭

Optical parametric amplification in periodically poled stoichiometric LiTaO₃ seeded by an external cavity laser

유난이, 이영락, 정창수, 노정훈*, 고도경, 이종민
 광주과학기술원 고등광기술연구소 레이저분광학연구실
 * 부산대학교 의과대학 의공학연구실
 neyu@gist.ac.kr

Mid-IR대역에서 넓은 범위의 파장변이 가능한 레이저는 물리-화학분야의 분광학연구에 중요한 광원이며, 최근엔 환경오염가스⁽¹⁾ 및 인체의 호흡기가스⁽²⁾ 센싱등에도 널리 응용되고 있다. 특히 정밀한 센싱을 위하여 높은 파장 분해능이 요구되고 이를 위하여 매우 좁은 파장 선폭을 갖는 광원개발이 필요하다. 이러한 광원개발은 비선형현상을 통한 광매개발생(OPG)/증폭(OPA)/진동(OPO) 등의 방법을 통해서 구현되고 있으며, 준위상정합의 실현으로 주기적인 분극반전 소자인 PPLN등을 이용하여 선보이고 있다. 이들 중 injection seeded OPO 방식은 레이저 공진기 구성이 요구될 뿐만 아니라, 씨앗광과 공진되는 빛의 주파수가 상호 잘 일치되어야 하므로 정밀한 공진기 조정이 필요하고 시스템 구성이 매우 복잡하다⁽³⁻⁴⁾. 본 연구에서는 공진기 구성이 필요 없는 간단한 구조의 광매개발생기를 소형의 다이오드펌프된 나노초 레이저를 이용하여 구성하고, 평균출력이 2 mW 미만인 CW 반도체 레이저(ECL)의 씨앗광을 광매개 증폭한 결과를 소개한다.

그림 1은 광매개증폭을 위한 장치도를 나타내며, 펌프광원으로는 1064 nm, 14 ns, 20 kHz의 반복율을 가지는 Nd:YVO₄ 레이저를, 씨앗광원으로는 평균출력이 2 mW 미만인 CW external cavity laser(1520~1650 nm)를 이용하였다. QPM 주기가 31.4 μm인 MgO가 0.7mol% 첨가된 Stoichiometric LiTaO₃ 시료는 rod-type으로 두께와 폭이 2 mm이고 길이가 35 mm 이다⁽⁵⁾.

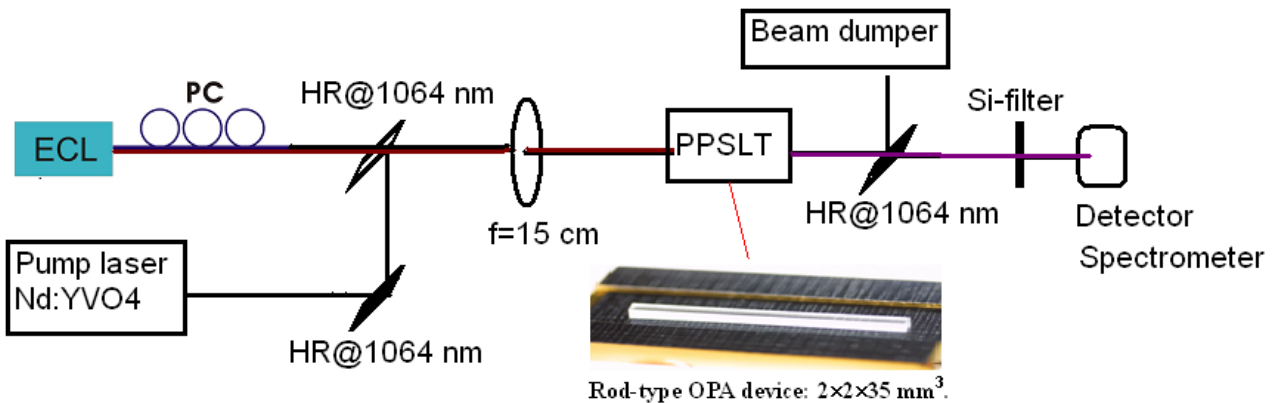


그림 1. 광매개증폭을 위한 장치도이다. (ECL : external cavity laser, PC : polarization controller)

광매개발생을 통한 파장가변 영역을 알아보기 위하여 시료의 온도를 변화시키면서 발생하는 시그널과

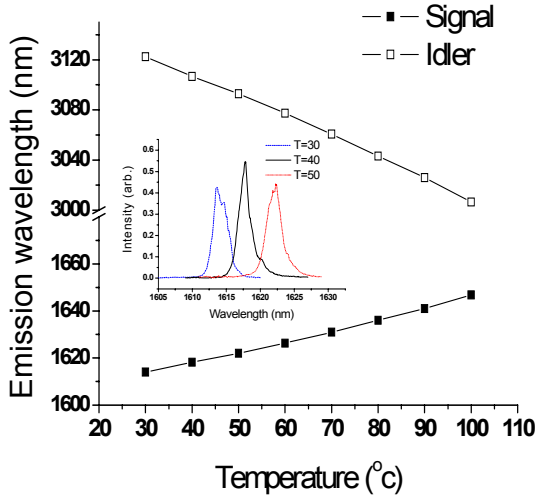


그림 2. 온도에 따른 광매개발생과장

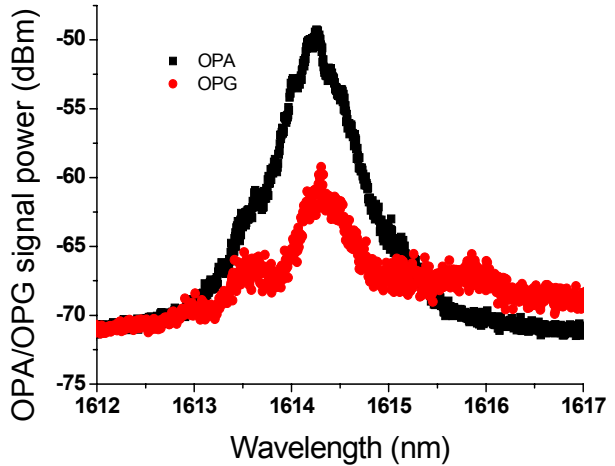


그림 3. 측정된 광매개발생과 광매개증폭 스펙트럼

아이들러의 파장을 그림2에 나타냈다. (그림2의 내부 작은 그림은 시그널의 스펙트럼이다). 펌프광원은 1064 nm를 중심으로 파장선폭은 약 0.2 nm 였으며, 생성된 시그널의 파장가변 범위는 30-100 °C 정도로 시료의 온도변화에 따라 1614 - 1650 nm이고, 이에 대응하는 아이들러 파장은 3043-3122 nm 이다. 측정된 시그널의 파장선폭은 약 2.2 nm로 펌프광원의 선폭에 비하여 약 10배정도로 넓게 관측되었다. ECL 레이저에서 나오는 씨앗광을 시그널의 중심파장에 맞추어 광매개증폭을 시도하였으며, 그림 3은 시료의 온도를 30 °C에 고정시키고 1614.4 nm 중심파장에서 약 1mW의 CW 씨앗광을 이용하여 광매개증폭 시킨 결과스펙트럼이다. 증폭된 시그널파장 선폭은 약 0.3 nm로 좁아진 선폭을 얻을 수 있었으며 이는 광매개발생 선폭과 비교하여 약 7-8배정도 줄었다. 그림3에서 볼 수 있는 것처럼 선폭은 좁아지면서 중심파장에서의 평균출력은 약 10배 이상 증폭됨을 관찰하였다. 한편 펌프광원이 ns펄스이기 때문에 광매개 과정을 거쳐서 증폭된 시그널광원 또한 펄스형태를 가지게 되는데, 측정된 시그널의 펄스폭은 약 3.7 ns였다. 이는 약 1 mW CW 씨앗광증 펄스형태로 약 3.7 pJ/pulse 에 해당하는 에너지가 광매개증폭에 기여하게 됨을 알 수 있고, 펌프광의세기에 따라서 약하게 입사된 씨앗광을 광매개 과정을 통해서 펄스형태로 증폭할 수 있다. 현재까지 본 실험에서 얻은 증폭된 씨앗광은 중심파장이 1614.4 nm에서 펌프레이저 입사광의 세기가 275 uJ 일때 약 25 uJ를 얻었으며 이는 씨앗광의 측면에서 최대증폭 이득이 약 58.3 dB 였다. 보다 더 효율적인 광매개증폭을 위한 실험이 진행 중이며, 개발한 광원을 이용한 분자분광학적 응용연구가 진행될 계획이다.

1. O. Tadanaga, T. Yanagawa, Y. Nishida, H. Miyazawa, K. Magari, M. Asobe, and H. Suzuki, *Appl. Phys. Lett.* **88**, 061101 (2006).
2. K. Fradkin, A. Arie, P. Urenski, and G. Rosenman, *Opt. Lett.* **25**, 743 (2000).
3. J. G. Haub, M. Hentschel, M. J. Johnson, and B. J. Orr, *J. Opt. Soc. Am. B* **12**, 2128 (1995).
4. G. W. Baxter, Y. He, and B. J. Orr, *Appl. Phys. B.* **67**, 735 (1998).
5. K. Kitamura, N. E. Yu, M. Nakamura, and S. Kurimura, "Advanced Solid-State Photonics Topical Meeting 2004, Post Deadline paper, PD10-1, Santa Fe, New Mexico, 2004.