

다이오드 펌프 Nd:YAG 레이저로 펌프된 주기적 분극 반전된 결정을 매질로 하는 1.8 μ m OPO의 출력 특성

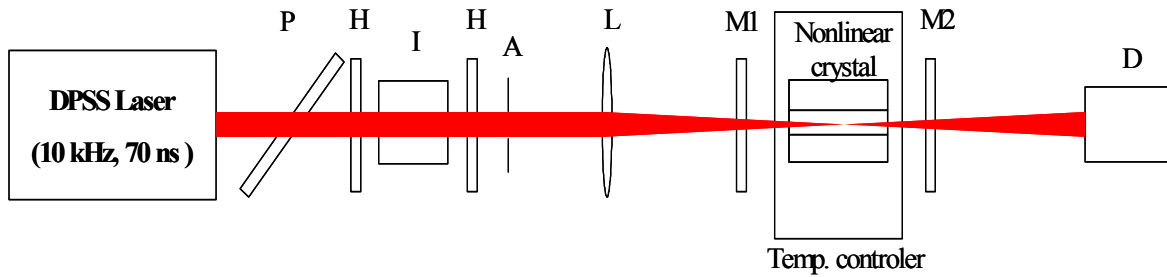
Characteristics of 1.8 μ m optical parametric oscillation in periodically poled crystal pumped by diode-pumped Nd:YAG laser

조기호, 이범구

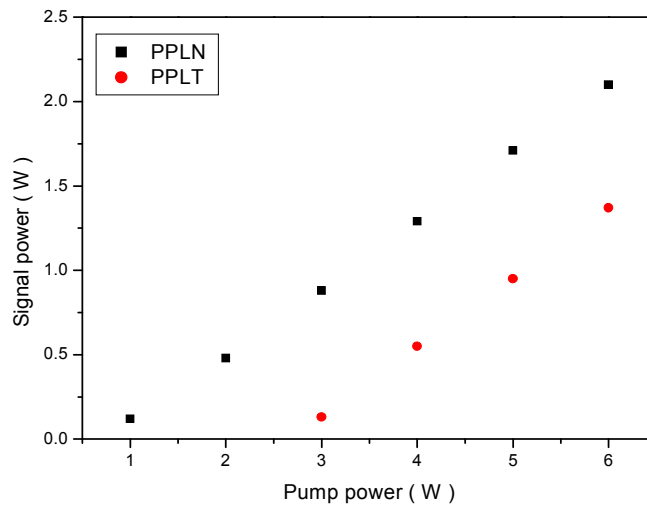
서강대학교 물리학과, 서울시 마포구 신수동 1

ckhphy@sogang.ac.kr

Periodically poled crystal을 광매개 매질로 하는 Optical Parametric Oscillator(OPO)는 quasi-phase matching(QPM)을 이용하기 때문에 낮은 펌프광의 세기에서 OPO의 발진이 가능하고, 높은 출력 변환 효율을 가능하다⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾. Periodically poled crystal을 광매개 매질로 하는 고출력 OPO에 대한 연구는 현재까지도 활발히 진행되어 오고 있으며, 길이 47mm의 PPLN을 광매개 매질로 한 80ps의 펄스폭과 76MHz의 반복률을 가지고 있는 pump 광원을 이용한 picosecond OPO에서 signal의 파장이 1.85 μ m인 경우 출력이 8W까지 얻을 수 있다고 보고 되어있다⁽⁴⁾. Intra-cavity 형태의 OPO의 경우는 일반 bulk crystal을 매질로 10W 이상의 고출력이 가능한 것으로 알려져 있다⁽⁵⁾. 그러나 periodically poled crystal은 제작 가능한 크기가 한정이 되어 있기 때문에 고출력의 OPO를 기대 할 수 있는 intra-cavity 형태의 OPO 적용이 쉽지 않다. Periodically poled crystal을 광매개 매질로 하는 고출력 OPO를 위해서는 출력 극대화를 위한 OPO의 구성 조건에 대한 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 periodically poled LiNbO₃(PPLN)와 periodically poled Mg-doped stoichiometric LiTaO₃(PPMgSLT) 두 결정을 광매개 매질로 사용하여 다이오드 펌프 Nd:YAG 레이저를 펌프 광원으로 하여 1.8 μ m의 signal파를 출력시키는 OPO를 구성하고 출력특성을 비교하여 OPO의 출력 극대화 조건에 대한 연구를 하였다. OPO 발진을 위한 광매개 매질로는 30mm 길이의 PPLN과 PPMgSLT를 사용하였으며, 펌프 광원으로는 10kHz의 반복률, 70ns의 펄스폭을 갖는 다이오드 펌프 Nd:YAG 레이저를 사용하였다. OPO 출력 파장은 signal의 파장이 1.8 μ m가 되도록 phase-matching 조건을 맞추어 실험을 실시하였다. [그림 1]에 extra-cavity OPO 실험장치를 나타내었다. OPO 공진기 구성은 input coupler는 1.8 μ m에서 99%의 반사율을 가지고 있는 거울을 사용하였으며, output coupler는 1.8 μ m에서 70%의 반사율을 가지고 1.064 μ m에서 99%의 반사율을 가지고 있는 거울을 사용하였다. [그림 2]에는 extra-cavity OPO의 펌프빛의 출력에 따른 PPLN과 PPMgSLT signal 빛의 출력에 대한 결과를 나타내었다. Extra-cavity OPO는 intra-cavity OPO와는 달리 펌프광을 렌즈로 집광시켜 cavity에 입사시키는 형태이므로 매질의 두께가 얇아도 OPO 구성이 가능하다. PPLN과 PPMgSLT의 비선형 광학 계수는 각각 17pm/V, 10pm/V 정도이다. Signal 출력은 6W 펌프광 입사시 PPLN OPO의 경우 2.1W였으며, PPMgSLT OPO의 경우 1.37W로 비선형광학계수를 제외한 모든 실험 조건이 동일하였을때 비선형 광학 계수에 비례하여 signal 출력이 발진되었다. 또한, 두 OPO 모두 장시간 발진시 광굴절 변형은 일어나지 않았으며, 출력 요동은 $\pm 2\%$ 로 안정적이었다. 또한 같은 조건으로 intra-cavity OPO를 구성하여 고출력 OPO를 위한 cavity의 구성 조건에 대한 연구도 진행 중에 있다.



[그림 1] Experimental setup (P : polarizer, H : half-wave plate, I : Faraday isolator, A : aperture, L : $f = 25$ cm lens, M1 : input coupler, M2 : output coupler, D : power detector)



[그림 2] Signal output power as a function of pump power

참고문헌

1. L. E. Myers, R. C. Eckardt, M. M. Fejer, R. L. Byer, W. R. Bosenberg, and J. W. Pierce, *J. Opt. Soc. Am. B*, **12**, 2102 (1995).
2. N. E. Yu, S. Kurimura, Y. Nomura, M. Nakamura, K. Kitamura, Y. Takada, J. Sakuma, and T. Sumiyoshi, *Appl. Phys. Lett.*, **85**, 5134 (2004).
3. A. Bruner, D. Eger, M. B. Oron, P. Blau, M. Katz, and S. Ruschin, *Opt. Lett.*, **28**, 194 (2003).
4. C. W. Hoyt, M. Sheik-Bahae, and M. Ebrahimzadeh, *Opt. Lett.*, **27**, 1543 (2002).
5. R. F. Wu, K. S. Lai, H. F. Wong, W. J. Xie, Y. L. Lim, and E. Law, *Opt. Exp.*, **8**, 694 (2001).