

PPMgOLN을 이용한 중적외선 OPO 레이저의 스펙트럼 분석

Analysis of Emission Spectra From Mid-IR OPO Laser Using PPMgOLN

이종훈, 이현철, H. Ishizuki*, I. Shoji*, T. Taira*, Sunao Kurimura**
 영남대학교 물리학과 jhyi@yu.ac.kr,

*Laser Research Center for Molecular Science, Japan, **3 National Institute for Materials Science, Japan

광매개 공진기(optical parametric oscillator : OPO)는 매우 중요한 중적외선 광원의 하나로 자리잡아 가고 있다. 이 파장을 가진 레이저는 학술적으로는 대기 오염 원소와 각종 분자의 분광학에 사용되고, 의료용으로는 DNA 검출, 치료 및 진단에, 군사용으로는 미사일의 탐지용으로 사용되는 긴요한 파장이다. 이 파장은 OPO 공진기 안에 AgGaSe₂, ZnGeP₂, CdSe, PPLN, PPKTP 등의 비선형 물질을 사용하여 발진시켰다.^[1] 특히 비선형 주기분극된 리튬 니오베이트 (LiNbO₃) 결정은 최근에 개발된 비선형광학 물질이며, 레이저의 편광을 결정의 z축에 일치시키면 비선형 계수가 매우 큰 LiNbO₃의 d₃₃를 결정의 전 영역에서 고효율로 이용할 수 있고 길이가 긴 결정을 만들 수 있어 지난 10년간 전 세계적으로 개발이 활발하게 진행되어 왔다.^[2]

PPLN을 이용한 OPO 레이저에서 발진되는 파장은 운동량 보존과 에너지 보존 법칙을 동시에 만족시킨다. 운동량을 계산하기 위해서는 파장에 따른 굴절률을 구해야 하며, 굴절률은 Sellmeier의 방정식에서 구한다.^[3] 기존의 연구에서는 중첩점 (degenerate point)에서 많이 벗어난 곳의 파장을 측정하여 Sellmeier 방정식의 계수를 구하였다. 중첩점은 OPO 레이저에서 나오는 두 레이저(signal과 idler)의 파장이 같아지는 점이다. 중첩점 근처에서는 약간의 굴절률 변화에도 파장은 민감하게 변한다. 이 특성을 이용하면 Sellmeier 계수를 매우 정밀하게 측정할 수 있다. 그러나 정밀한 측정을 위해서는 OPO 발진 파장을 정밀하게 측정하는 것이 우선 되어야 한다.

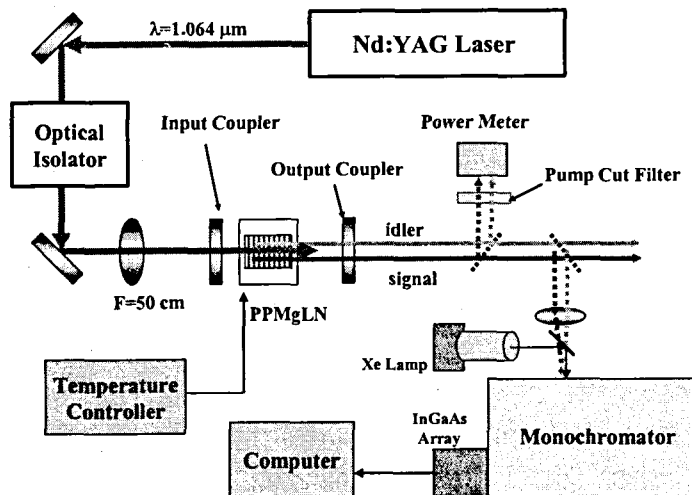


그림 1 광매개 공진기 실험 장치도

연구에 사용한 PPLN은 5 mol%의 Mg가 첨가된 PPMgOLN이고, 길이가 40 mm이다. 분극된 부분의 단면은 폭이 2mm, 두께가 1mm이다. 분극된 주기는 각각 30.8, 31.9, 32.0, 32.1, 32.2, 32.3 32.4 μ m이다. 공진기 길이는 50 mm이고 입력경과 출력경은 평면경을 사용하였다. PPLN의 온도는 TE 냉각기로 0.1도 이내로 정밀하게 제어하였다. 실험 장치는 그림 1에 나와 있다. 파장을 정밀하게 측정하기 위하여 Xe 램프에서 나오는 빛을 OPO 레이저와 동시에 초점거리 50cm의 단색 분광기에 보냈다. Xe 램프에서 나오는 선스펙트럼의 파장은 매우 정확하게 측정되어 있으므로 이를 기준으로 발진 파장을 교정하였다. 단색 분광기에는 1.1 μ m에서 2.8 μ m 대의 적외선 파장을 측정할 수 있는 액체질소 냉각 InGaAs 검출기(512 채널)가 부착되어 있어 회절격자를 움직이지 않고 스펙트럼을 측정할 수 있다.

분극 주기가 31.9 μ m인 PPLN을 사용한 OPO 레이저에서 측정한 스펙트럼은 그림 2에 나와 있다. Xe 스펙트럼을 같이 나타내었으며, 이를 이용하여 측정한 신호(signal) 레이저의 파장은 1746.7 nm, 선폭은 4.8 nm이었다.

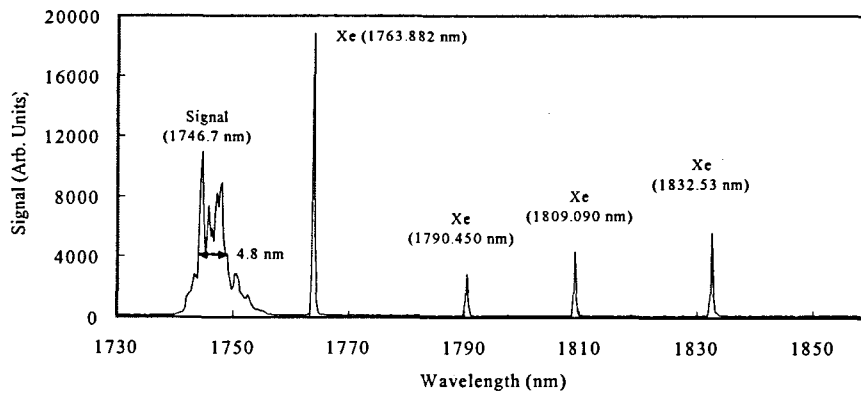


그림 2 분극주기가 31.9 μ m인 PPLN을 사용한 OPO에서 나온 스펙트럼

이 같은 방법으로 다른 분극주기를 가진 시료에 대하여 idler 레이저와 signal 레이저 파장을 반복 측정하였다. 분극주기를 가로축으로, 세로축을 발진 파장으로 그린 그래프는 기존의 Sellmeier 식에서 구하여 그린 그래프와 큰 차이를 보였다.

감사의 글

이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-015-C00202)

참고문헌

1. G. P. Arnold and R. G. Wenzel, "Parametric oscillator: a grating coupled CdSe OPO," Appl. Opt. 16, 809 (1977).
2. W. P. Rosenberg, A. Drobshoff, J. I. Alexander, L. E. Myers and R. L. Byer, "93% pump depletion, 3.5 W continuous wave, singly resonant optical parametric oscillator," Opt. Lett. 21, 1336 (1996).
3. D. E. Zelmon, D. L. Small, and D. Jundt, "Infrared corrected Sellmeier coefficients for congruently grown lithium niobate and 5 mol % magnesium oxide-doped lithium niobate," J. Opt. Soc. Am. B 14, 3319 (1997).

