

라이다용 1.57 μm OPO 광원개발Development of an 1.57 μm OPO Laser Source for Lidar Applications

송대찬, 박종대, 조창호

배재대학교 전산전자물리학과 (우) 302-735 대전광역시 서구 도마동 439-6

jdpark@pcu.ac.kr

고광훈, 임창환

양자광학실, 한국 원자력 연구소, (우) 305-353 대전광역시 유성구 덕진동 150

강영일

국방과학연구소, (우) 305-353 대전광역시 유성우체국 사서함 35호

레이저 거리 측정기나 화생탐지 라이다용으로 사용할 수 있는 눈에 안전한 적외선 레이저 광원을 개발하였다. 펌프레이저로는 일회용 카메라 플래쉬 등의 소형 플래쉬 램프로 구동되는 Nd:YAG 레이저를 사용하였으며, OPO(Optical Parametric Oscillator) 결정으로는 Flux 성장된 KTP를 사용하였다. OPO 공진기는 레이저 공진기 내부에 설치하여 비선형 광학 현상에 의한 파라메트릭 발진이 낮은 레이저 펌핑 출력에서도 일어나도록 하였다. 효율적인 파라메트릭 발진을 위해서 Type II 비임계 위상정합($\theta = 90^\circ, \phi = 0^\circ$)을 사용하여 공진기를 구성하였다. Nd:YAG 레이저는 Cr:YAG 결정을 사용하여 수동형 큐-스위칭 되었으며 OPO 출력은 1mJ 정도이었다. OPO 펄스폭은 4 ns 로서 수동형 큐스위칭 레이저 펄스폭보다 50% 정도로 작았다. OPO 출력의 펄스폭이 펌프레이저의 펄스폭보다 작은 것은 이론적 계산을 통하여 확인할 수 있었다.

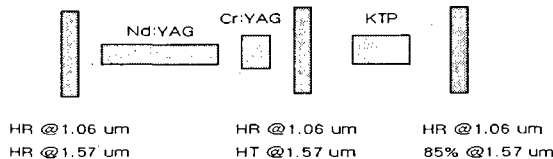


그림 1 OPO 발생 장치 개략도

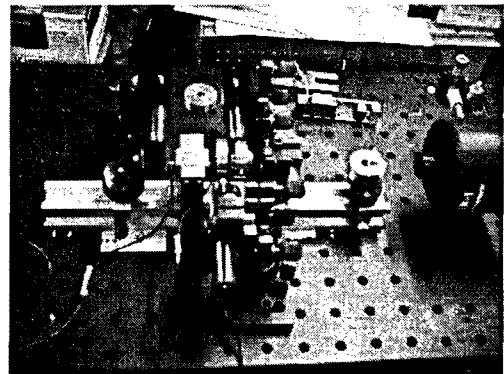


그림 2 OPO 실험 장치 사진

그림 1은 OPO 발생 장치의 개략도이다. 사용한 Nd:YAG 레이저 결정의 크기는 $\phi = 3\text{mm}$, 길이 20 mm 인 것을 사용하였으며, 수동형 큐 스위칭 소자로 사용한 Cr:YAG 는 Optical Density 가 0.3인 것을 사용하였다. OPO 결정으로 사용한 KTP는 크기가 $4 \times 4 \times 15\text{mm}^3$ 인 것을 사용하였고, 공진기 내에서 펌프광과 신호광의 동시 정렬을 위해 Non-critical phase-matching 이 되도록 $\theta = 90^\circ, \phi = 0^\circ$ 인 것을 사용하였다. OPO 출력경의 투과율은 약 15%인 것을 사용하였고 별도의 편광자는 사용하지 않았으며, KTP 결정의 온도는 별도로 제어하지는 않았다. 그림 2는 제작한 실험장치 사진이다.

OPO 결정은 미세 각도 조정이 가능하도록 하였으며, 레이저 정렬은 He-Ne 레이저를 사용하여 수행하였다. $1.57\ \mu\text{m}$ 의 레이저 펄스폭을 측정하기 위해서는 Thorlabs 사의 InGaAs 광검출기 DET410/M 을 구입하여 사용하였다. 이 InGaAs 광검출기의 검출 파장 대역은 800 nm-1800 nm 이고, 상승시간은 5 ns 였다. 그림 3은 광검출기로 측정한 OPO 출력 펄스 파형이다. 펄스폭은 약 4 ns 정도인 것을 알 수 있다.

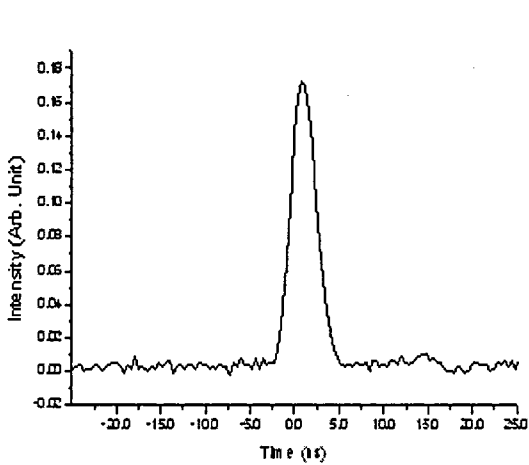


그림 3 InGaAs 광검출기로 측정한 $1.57\ \mu\text{m}$ OPO 출력

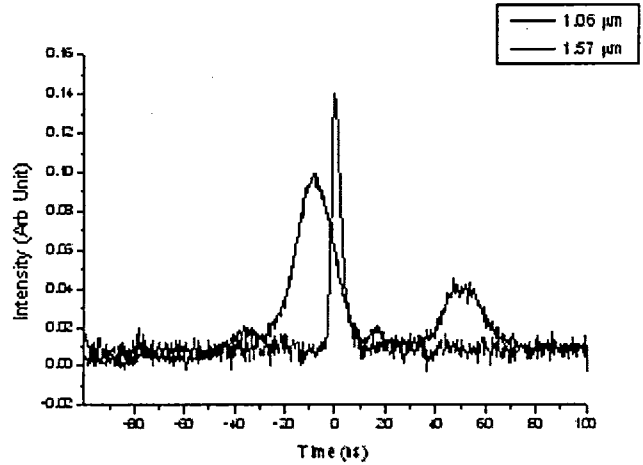


그림 4 펌프광과 신호광의 시간 지연

그림 4는 펌프광과 OPO 신호광을 동시에 측정한 결과이다. $1.57\ \mu\text{m}$ 신호광이 펌프광보다 지연되어 발생함을 알 수 있다. 이를 확인하기 위하여 수동형 큐스위칭 레이저 비울방정식에 OPO 관련 비울방정식⁽¹⁾을 사용하여 이론적으로 계산해 본 결과 이론과 거의 일치함을 알 수 있었다. 그림 5와 6은 계산 결과이다.

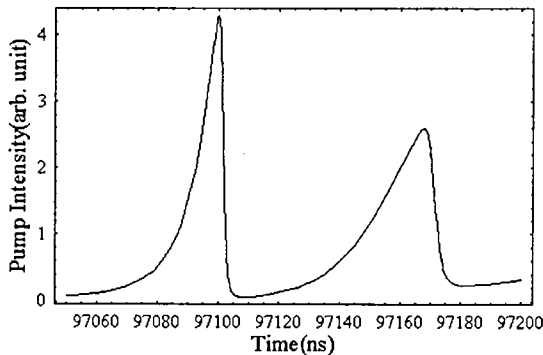


그림 5 펌프광의 펄스 파형

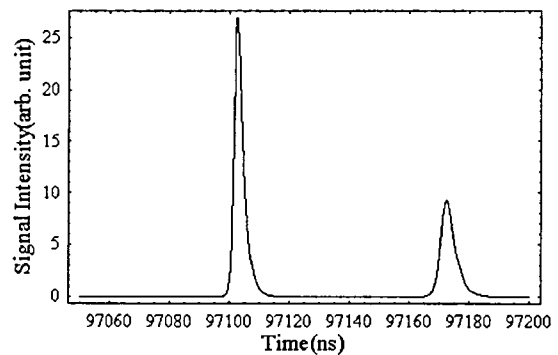


그림 6 OPO 신호광의 펄스 파형

1. G. Xiao, M. Bass, and M. Acharekar, "Passively Q-switched solid-state lasers with intracavity optical parametric oscillators," IEEE J. Quantum Electronics, vol. 34, No. 11, 2241 (1998).

TE