

Yb 원자의 2차 자기광 포획을 위한 1112 nm 반도체 레이저의 2차 조화파 발생

Second harmonic generation of a 1112 nm diode laser for second-stage magneto-optical trapping of Yb atoms

이진용, 윤태현
고려대학교 물리학과
new1215@korea.ac.kr

Yb 원자의 $^1S_0 - ^3P_0$ 상호결합 전이선을 이용한 광격자 시계 구현을 위해서는 먼저 $^1S_0 - ^1P_1$ 전기쌍극자 전이선을 이용한 1차 냉각이 선행되어야 한다. 그리고 $^1S_0 - ^3P_1$ 상호결합 전이선을 이용한 2차 냉각으로 $10 \mu\text{K}$ 정도의 극저온 Yb 원자를 만들어 매직 파장 광격자에 포획하여야 한다.

본 논문에서는 Yb 원자의 2차 자기광 포획을 위해 $555.8 \text{ nm } ^1S_0 - ^3P_1$ 상호결합 전이선 근처에서 발진하는 레이저 제작에 대해서 발표한다. 555.8 nm 의 레이저 빛은 LBO(lithium triborate, LiB_3O_5) 비선형 결정과 출력 증강용 8-자형 외부 공진기를 이용한 2차 조화파 발생으로 제작한다. 실험에서는 1112 nm 파장에서 200 mW 출력을 가진 외부 공진기형 반도체 레이저를 사용하였다.

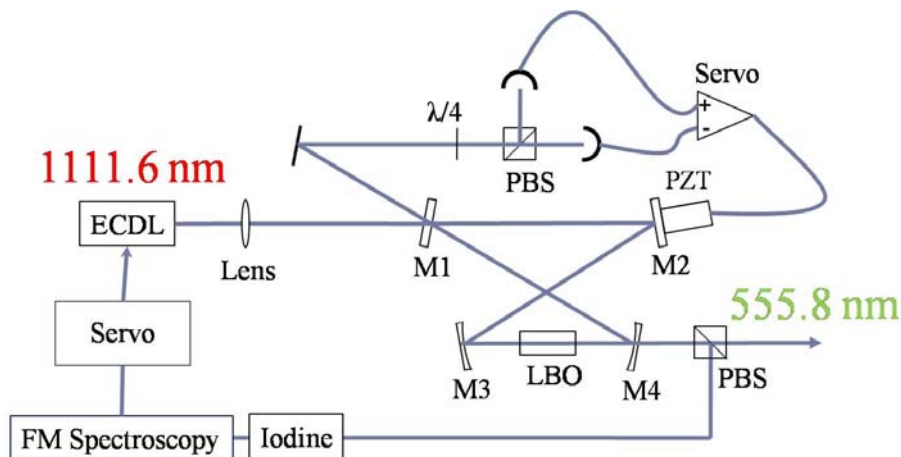


그림 1. Optical set-up of the proposed second-harmonic generation of a 1111.6 nm external-cavity diode laser.

556 nm 2차 조화파 발생을 위하여 4개의 거울로 이루어진 외부 공진기를 만들고 $3 \times 3 \times 7 \text{ mm}^3$ 크기의 LBO 비선형 결정을 온도조절기 내에 설치하여 공진기의 초점에 위치시켰다. 2차 조화파 발생을 위한 LBO 비선형 결정의 온도는 대략 $97 \text{ }^\circ\text{C}$ 이고, 공진기의 전체 길이는 800 mm 로 자유 분광 범위는 375 MHz 이다. 입력 거울의 반사율은 비선형 결정의 흡수와 2차 조화파 발생에 의한 손실을 고려하여 1%의 투과율을 갖도록 1112 nm 에서 유전체 코팅을 하였다. 공진기에 사용되는 다른 2개의 구면 거울과

1개의 평면 거울은 1112 nm에 대해서는 고반사율을 갖고 556 nm에 대해서는 무반사 특성을 갖는 이색 유전체 코팅을 하였다.

공진기의 거리 안정화는 편광 잠금 방법⁽¹⁾으로 하였다. 그리고 제작한 556 nm 2차 조화파 레이저의 주파수를 Yb 원자의 555.8 nm $^1S_0 - ^3P_1$ 상호결합 전이선 근처에서 안정화 되도록 요오드 분자(I₂)의 초 미세 구조선에 대한 Doppler-free 분광 신호를 검출하는 실험이 진행 중이다. 학회 발표에서는 556 nm 2차 조화파 반도체 레이저의 출력 및 주파수 가변 특성 실험 결과와 555.8 nm 근처에서 요오드 분자의 Doppler-free 분광 신호에 주파수 안정화 시키는 실험 결과를 보고할 것이다.

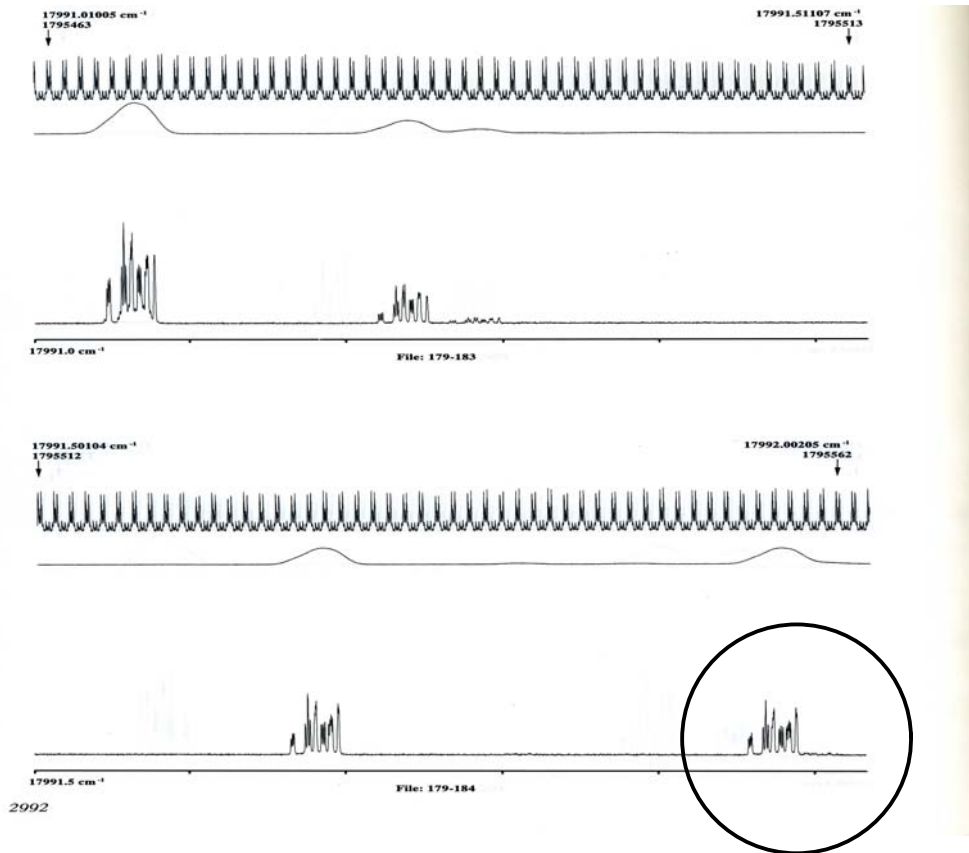


그림 2. 555.8 nm 영역에서 요오드 분자의 분광 신호.

참고문헌

1. T. W. Hänsch, B. Couillaud, Opt. Commun. **35**, 441 (1980).