

LBO에서 반복률 15 kHz Rh-610 색소 레이저의 Frequency-Doubling에 의한 펄스 UV 광원 발생

Generation of a pulsed UV light by Frequency-Doubling of a Rh-610 Dye Laser at a 15 kHz-Repetition-Rate in LBO

임 권, 한재민, 고광훈, 김택수, 차용호, 노시표, 박현민, 정도영
한국원자력연구원, 양자광학연구부
gwonlim@kaeri.re.kr

레이저를 이용하여 안정동위원소를 분리하는 실험에서는 10 kHz 이상의 높은 펄스 반복률로 평균 출력을 높여 레이저에 의한 특정 동위원소의 광펌핑 효과를 극대화하게 된다. TI-203 안정동위원소 생산에 사용되는 고분해능의 펄스형 UV 레이저를 얻기 위하여 파장가변 색소 레이저의 제 2 조화파를 사용하고 있다. 색소 레이저의 여기광원인 펌프 레이저의 펄스 반복률을 높여 색소 및 UV 레이저의 평균 출력을 높이면 UV 레이저광과 원자 빔과의 반응이 활발히 이루어져 TI-203의 광펌핑에 효과적이다. 따라서 펄스 레이저의 반복률을 높여 평균출력을 높이는 연구를 수행중이다. 본 연구에서는 532 nm DPSSL이 반복률 15 kHz에서 동작하는 85 W급 펌프 레이저를 사용하여 색소 레이저 시스템에 펌핑하고 이로부터 얻은 색소 레이저를 제 2 조화파로 변환하여 펄스 UV 레이저를 발생시킨 결과를 보고한다.

색소 레이저 펌핑용 532 nm DPSSL은 Quanta System 회사(Italy)의 레이저로서 펄스 반복률 15 kHz에서 펄스 폭(FWHM) 약 30 ns과 출력 약 85 W급을 발생시키는 레이저이다. Rh-610 색소 레이저 발진기는 Littrow 공진기로서 2400 groove의 반사형 회절격자와 에탈론을 이용하여 파장을 가변시키고 공진기 내부에 PBS를 삽입하여 그림 1과 같이 중펌핑 방법으로 펌핑한다. 색소 레이저 증폭기 또한 그림 2와 같이 중펌핑 방법의 색소 셀을 사용함으로써 펌프 빔과 색소 레이저 빔이 중방향으로 모드매칭(mode-matching)되도록 하였다. 펌프 레이저는 빔 분할기를 사용하여 색소 레이저 발진기와 4단의 증폭기에 나누어 펌핑되었고, 표 1과 같이 색소 레이저의 발진기에서는 16 W를 펌핑할 때, 약 200 mW의 출력을 얻었으며 전치 증폭단에 해당하는 1단과 2단의 증폭기에서는 약 10-20% 정도의 변환효율을 보여주었다. 2단 증폭단에서 약 4 W 정도의 출력을 얻었으며 레이저 출력이 높아지면서 최종단인 4단 증폭기에서는 약 35%의 증폭기 변환효율을 보여주었다. 펌프 레이저 82 W를 펌핑하여 색소 레이저의 4단 증폭기를 통해서 얻은 총 출력은 17 W로서 색소 레이저의 총 변환효율이 약 21%에 해당하였다. 또한, 표 2와 같이 LBO 결정을 이용하여 제 2 조화파를 발생시킨 결과, 색소 레이저 16 W에서 UV의 출력이 약 1.3 W로서 7.8%의 SHG 변환효율을 보여주었다. 그림 3은 펌프 레이저와 색소 레이저의 펄스 폭을 측정된 것인데, 펌프 레이저의 펄스 폭 30 ns에서 동작하는 색소 레이저 발진기의 펄스 폭은 약 15 ns이었다. 색소 레이저 증폭단에서는 색소 레이저와 펌프 레이저의 펄스 폭이 서로 같지 않기 때문에 증폭단에서 ASE에 의해 펄스 폭이 수 ns 넓어지는 경향을 보였으나 ASE 성분은 크지 않은 것으로 분석되었다. 향후 이를 개선하고자 펄스폭이 약 60 ns인 DPSSL 펌프광을 사용하면 발진기에서 약 30 ns정도의 펄스 폭을 지닌 발진기 출력을 얻을 수 있다. 이를 사용하여 증폭단에서 펌프 레이저와 색소 레이저의 펄스 폭을 일치시킴으로써 보다 효과적인 증폭효율을 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

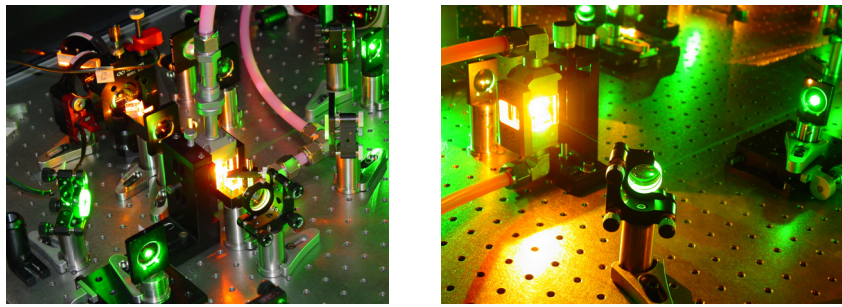


그림 1. 색소 레이저 발진기 모습. 그림 2. 증펄핑 색소 레이저 증폭기 모습.

표 1. 색소 레이저 발진기 및 4단 증폭기의 출력과 변환효율.

Stage	Dye Output[W]	Pump Power[W]	Efficiency[%]
osc.	0.2	16.0	1.4
amp.1	1.8	8.0	19.8
amp.2	3.9	16.6	12.7
amp.3	11.3	25.0	29.6
amp.4	17.0	16.0	35.6
Overall	17.0	81.6	20.8

표 2. LBO 결정을 이용한 제 2 조화파의 출력과 변환효율.

Dye Power(W)	SHG Power(W)	Efficiency(%)
14	0.7	5.0
16	1.3	7.8

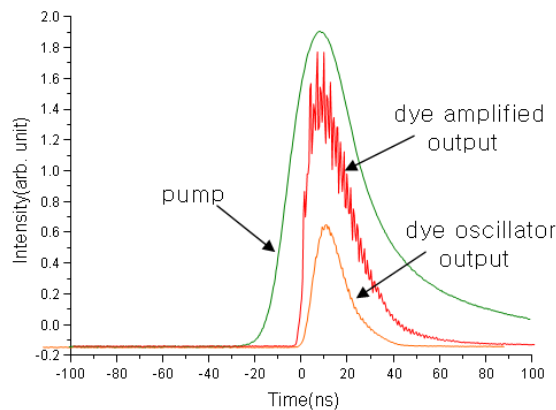


그림 3. 펌프 레이저 532 nm DPSSL과 색소 레이저의 펄스 폭 측정.

[참고 문헌]

1. I. J. Evans, C. E. Webb, Opt. Commun. **113.**, p. 72(1994).
2. A. A. Isaev, D. R. Jones, et. al. Opt. Commun. **132.**, p. 302(1996).
3. D. W. Coutts, IEEE J. Quantum Electron. **31.**, p. 2208(1995).
4. N. Hout, C. Jonin, N. Sanner, E. Baubeau, E. Audouard, P. Laporte, Opt. Commun. **211.**, p. 277(2002).
5. R. I. Trickett, M. J. Withford, D. J. W. Brown, Opt. Lett. **23.**, p. 189(1998).
6. T. Kojima, S. Konno, S. Fujikawa, K. Yasui, K. Yoshizawa, and et al., Opt. Lett. **25.**, p. 58(2000).
7. D. J. W. Brown, M. J. Withford, Opt. Lett. **26.**, p. 1885(2001).