

# 유도브릴루앙산란 위상공액거울을 이용한 Nd<sup>3+</sup>:YAG 레이저 발진기

## Nd<sup>3+</sup>:YAG laser-oscillator with stimulated Brillouin scattering phase-conjugation mirror

이동원\*, 이성구, 박승현, 공홍진  
 한국과학기술원 물리학과  
 blood@kaist.ac.kr\*

레이저가 소개된 이후, 다양한 파장과 출력을 가지는 레이저들이 개발되었고 많은 분야에서 이용되고 있다. 그 중에서 특히 고출력레이저는 비선형광학 연구뿐만 아니라 핵융합 발전, 산업계에서의 미세가공 등 많은 응용분야를 갖고 있다. 일반적으로 고출력레이저는 발진기(oscillator)와 여러개의 증폭기로 구성되는데, 첫 단계인 발진기에서 얻어진 빔의 프로파일과 에너지는 레이저 시스템에서 얻어지는 최종적인 레이저빔의 프로파일과 에너지에 직접적인 영향을 주는 요인이 된다. 위상공액(phase-conjugate) 현상을 나타내는 유도브릴루앙산란 위상공액거울(Stimulated Brillouin Scattering phase-conjugation mirror, SBS-PCM)을 사용한 레이저 시스템에서 빔 프로파일이 두드러지게 향상되는 것은 알려진 사실이다.<sup>(1)</sup> 이는 고출력레이저의 빔의 프로파일을 저하시키는 가장 큰 요인인 열로 인한 복굴절효과와 다중모드의 발생을 SBS-PCM을 사용하여 감소시킬 수 있기 때문이다.<sup>(2,3)</sup> 최근의 연구결과들은 SBS-PCM을 이용하여 큰 펄스 당 에너지를 얻으면서도 좋은 빔 프로파일을 얻는데 성공하고 있다.<sup>(4,5)</sup>

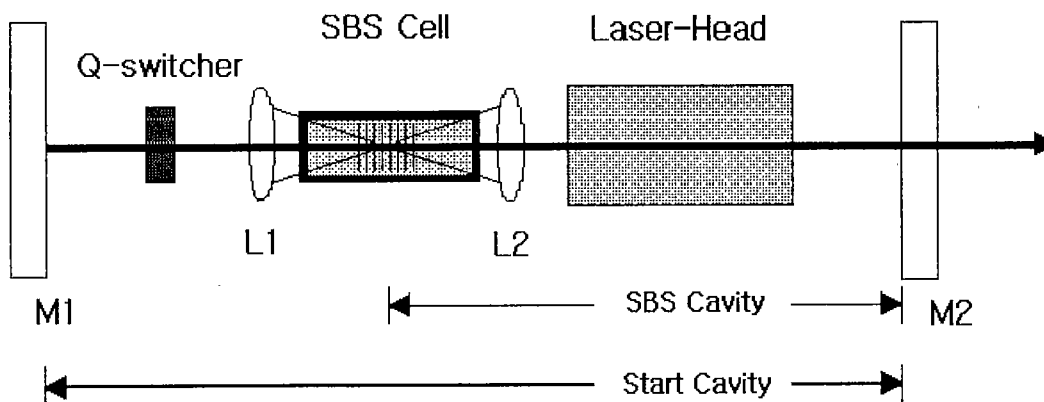


그림 1 SBS PCM을 이용한 Nd<sup>3+</sup>:YAG 레이저 발진기. L1, L2, lens ( f=150mm ) ;  
 M1, Rear Mirror ( R=100% ) ; M2, Output Coupler ( R=30% ) ; SBS-cell, L=300mm.  
 따라서 본 연구에서는 근래에 높은 반사율로 인하여 관심을 모으고 있는 FC-75 index matching oil

을<sup>(6,7)</sup> SBS 매질로 사용하여 큰 펄스 당 에너지를 가지면서도 회절한계(Diffraction limited)에 가까운 빔 프로파일을 가지는 레이저 발진기를 구성하고자 한다. 연구를 위해 구성 중에 있는 발진기의 그림은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보듯이 전형적인 intracavity형 레이저 발진기이며 M1과 M2 사이에서 일차공진기가 형성되어 발진을 시작하여 문턱에너지이상의 에너지가 형성되면 SBS cell과 M2가 이차공진기를 형성하여 최종적인 출력을 얻게 되어있다. SBS cell 양쪽에 위치한 두 렌즈는 SBS Cell의 내부에 빔을 집속하여 SBS현상을 일으키는 문턱조건(threshold condition)을 넘기고 cell의 양쪽에서 빔 크기를 일정하게 유지하기 위해 고려된 초점거리를 가지고 있다. 그리고 Q-switcher로는 포화흡수체인 dye-sheet를 사용하였다. 현재까지 구성된 발진기에서는 M2의 반사율을 30%로 사용하고, electric pumping의 펄스 당 에너지가 27 J일 때, 레이저출력 펄스 당 에너지는 Q-switcher를 사용하지 않은 경우 평균 175 mJ을 얻었고, Q-switcher를 사용한 경우 평균 100 mJ을 얻었다. 그리고 각각의 펄스폭은 100  $\mu$ s와 40 ns가 되는 것을 측정하였다.

높은 평균출력을 내면서 더 안정된 Gaussian모드를 발진시키기 위해 M2를 현재의 평면거울에서 일정한 곡률을 가지는 오목거울로 바뀌서 실험을 수행할 예정이며, 그와 병행해서 레이저출력을 최대화하기 위해 M1의 반사율을 최적화하는 실험을 수행할 계획이다.

#### 참고문헌

1. D. A. Rockwell, "Review of phase conjugate solid-state laser," *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 19, p. 7139, 1988.
2. W. Koechner, *Solid-state laser engineering 4th ed.*(Spring-Verlag, Berlin, Germany, 1996), Chap 5,7.
3. H. J. Kong, S. K. Lee, and J. J. Kim, "A cross type double pass laser amplifier with two symmetric phase conjugation mirrors using Stimulated Brillouin Scattering ", *Chinese Journal of Lasers B10 Supplement*, I 5 - I 9, 2001.
4. M. Ostermeyer, A. Heuer and R. Menzel, "27-W Average output power with 1.2DL beam quality from a single rod Nd:YAG laser with phase-conjugating SBS mirror," *IEEE J. Quantum Electron.*, vol 34, p. 372, 1998.
5. H. J. Kong, Y. S. Shin, and H. Kim, "Beam combination characteristics in an array laser using stimulated scattering phase conjugation mirrors considering partial coherency between the beams," *Fusion Engineering and Design*, Vol. 44, pp. 407-417, 1999.
6. H. J. Kong, Y. J. Kwon, and S. K. Lee, "The dependence of the reflectivity of a Stimulated Brillouin Scattering phase-conjugate mirror on the pumping lase mode", *Chinese Journal of Lasers B10 Supplement*, III 20 - III 23, 2001.
7. H. Yosida, V. Kmetik, H. Fujita, M. Nakatsuka, T. Yamanaka and K. Yosida, *Appl. Optics*, vol. 30, p. 3739, 1997

