

## 이광선 재결합 레이저 증폭기에서 유도 브릴루앙 산란파의 위상안정화

### Phase Stabilization of the Stimulated Brillouin Scattering Waves in the Two-Beam Combination Laser Amplifier

윤진우, 신재성, 백두현, 공홍진

한국과학기술원 물리학과

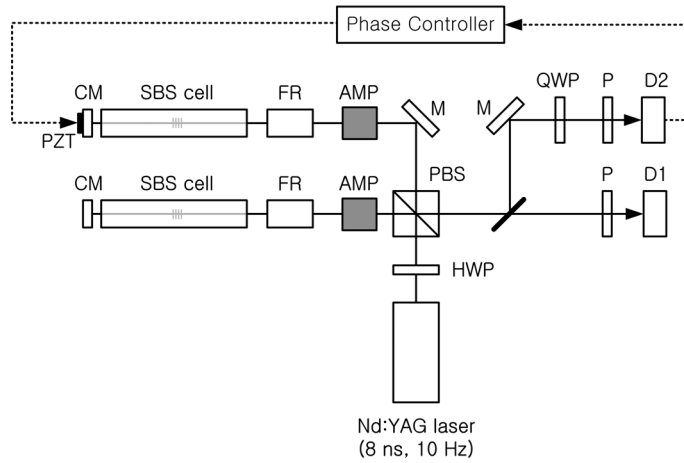
yoonjw@gmail.com

유도 브릴루앙 산란(SBS: stimulated Brillouin scattering)은 매질에 집속된 레이저 빔이 음파와 상호작용하여 강한 후방산란파가 생성되는 현상으로서, 이때 산란파의 고반사특성(90% 이상)과 위상공액특성 때문에 위상공액거울(PCM: phase conjugate mirror)로 이용된다.<sup>(1)</sup> SBS-PCM은 고에너지 레이저 시스템의 빔 품질 향상에 많이 이용되는데, 특히 MOPA(master oscillator/ power amplifier) 시스템에 SBS-PCM을 이용하면 레이저 증폭기에 의한 위상왜곡이 보상되어 고품질/고에너지 출력빔을 얻을 수 있다. 이때 더 높은 에너지를 얻기 위해서는 더 큰 부피의 증폭매질이 필요한데, 증폭매질의 부피가 증가함에 따라 열부하 해소에 더 많은 시간이 요구되므로, 기존 방식으로는 고에너지와 고반복률을 동시에 얻기 힘들다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 하나의 공진기로부터 나온 빔을 여러 개의 작은 빔으로 나눈 다음, 병렬로 연결된 여러 개의 위상공액 이중경로증폭기(double pass amplifier)를 통하여 각각 증폭시키는 광선재결합 레이저 증폭방법이 제안되었다.

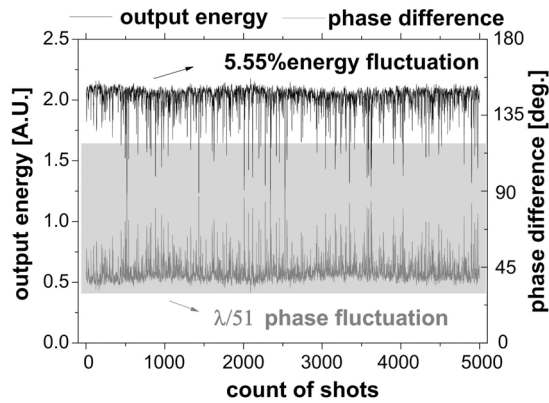
이러한 광선재결합 증폭시스템이 실현되려면 재결합되는 각각의 위상공액파의 위상이 일치해야 되는데, 일반적인 SBS-PCM은 무작위적인 위상을 발생시킨다. 이러한 SBS 파의 무작위적인 위상을 고정하기 위해서 overlapping foci 방법, back-seeding 방법, 4-wave mixing 방법 등의 여러 방법들이 제안되었지만, 이러한 방법들은 재결합되는 빔개수의 제한, 위상공액 특성 상실, 구성의 복잡성 등의 문제로 인해 고에너지 광선재결합 시스템에 부적합하다고 알려져 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 최근에 자체위상제어방법이 제안되어졌고, 실험적으로 그 성능이 입증된 바 있다.<sup>(2, 3)</sup> 자체위상제어방법은 그 구성이 매우 간단하고, 재결합되는 빔의 개수에 제한이 없으며, 위상을 고정 및 제어할 수 있다는 장점이 있다. 뿐만 아니라 최근에는 이러한 자체위상제어방법의 성능을 보완하기 위하여 PZT를 이용한 능동제어 시스템을 적용함으로써 장기간 위상안정화가 가능하게 되었다.<sup>(4)</sup>

다음 단계로서 우리는 자체위상제어방법이 실제 레이저 증폭시스템에서도 제대로 동작하는지 알아보기 위하여 이광선 재결합 레이저증폭시스템을 구성해보았다. 그림 1은 이광선 재결합 증폭시스템의 위상안정화 장치의 개략도이고, 그림 2는 이때 얻은 위상안정화 결과이다. 실험결과, 우리는 200 mJ 출력과  $\lambda/51$  수준의 위상안정화를 얻었다.<sup>(5)</sup>

이와 같이 자체위상제어방법을 이용한 광선재결합 레이저 증폭시스템은 향후 고에너지와 고반복률을 갖는 레이저 시스템 개발에 적용될 수 있을 것으로 예상된다.



[그림 1] 이광선 재결합 레이저 증폭시스템의 위상안정화장치



[그림 2] 이광선 재결합 레이저 증폭시스템의 위상안정화 결과

참고문헌

1. R. W. Boyd, "Nonlinear Optics", (Academic Press, 2002), Chap. 9.
2. H. J. Kong, et al., "Phase control of a stimulated Brillouin scattering phase conjugate mirror by a self-generated density modulation", Appl. Phys. Lett. 86, 051111 (2005).
3. S. K. Lee, et al., "Great improvement of phase controlling of the entirely independent stimulated Brillouin scattering phase conjugate mirrors by balancing the pump energies", Appl. Phys. Lett. 87, 161109 (2005).
4. H. J. Kong, et al., "Long term stabilization of the beam combination laser with a phase controlled mirrors for the laser fusion driver," Laser Part. Beams 24, 519 (2006).
5. H. J. Kong, et al., "Long-term stabilized two beam combination laser amplifier with stimulated Brillouin scattering mirrors," Appl. Phys. Lett. 92 (to be published)