

유도 부릴루앙 산란 위상공액 거울을 이용한 4중 경로 증폭기 Four pass amplifier with a stimulated Brillouin scattering phase conjugate mirror

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

레이저 증폭기의 경우 증폭 효율을 높이기 위해 한 개의 증폭기로 여러 번 증폭하는 방법이 매우 유용하다. 여기에 이용되는 증폭기로는 재생 증폭기(regenerative amplifier)와 다중경로 증폭기(multi-pass amplifier)가 있다. 재생 증폭기는 펄스를 이득이 작은 매질에서 여러 번 왕복시켜서 증폭하는 방법이다. 이 빔을 빼내기 위해서 보통 Pockel cell 또는 Faraday rotator를 사용한다. 그런데 Pockel cell의 구동회로는 Q-switcher, Mode locker와 동기화가 되어 있어야 하고, 펄스 폭이 길어짐에 따라 증폭기의 전체 길이가 길어지는 제약을 가지고 있다. 반면에 수동 소자인 Faraday rotator를 이용하는 경우 그 구조가 단순하고 펄스폭에 구애받지 않는다.

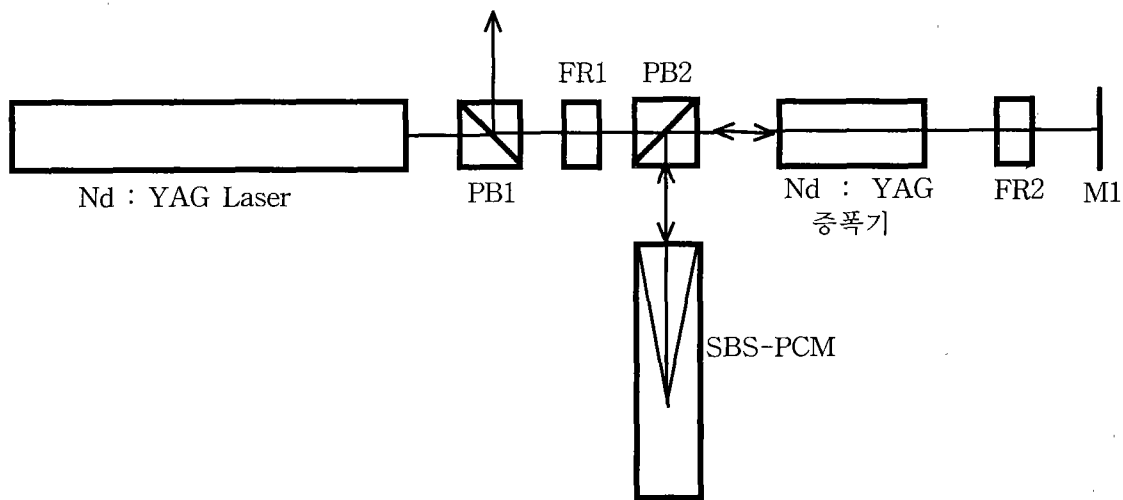


그림 1 SBS-PCM을 이용한 4중 경로 증폭기. PB1, PB2, Polarization BeamSplitter; FR1, FR2, Faraday Rotator; M1, 거울.

이 방식에서는 증폭 매질을 4번 통과하게 되어서 열복굴절에 의한 편광의 왜곡이 심하게 나타날 수 있으며, 이러한 경우 편광이 왜곡되어 에너지의 손실 및 되먹임 펄스에 의하여 공진기 자체가 손상받게 된다. 따라서 편광 왜곡을 보상하는 방법이 중요하게 된다. 4중 경로 증폭 방식에서는 빔을 레이저 매질

에 4번 통과시키기 위해서 $\lambda/4$ 파장판(QWP)나 Faraday Rotator를 PB2와 레이저 매질, 그리고 레이저 매질과 M1 사이에 배치할 수 있다.⁽¹⁾ 그 중 Faraday Rotator를 M1과 레이저 이득 매질사이에 배치하여 열 복굴절에 의한 빔의 공간분포를 보상하는게 이론적으로 가장 나은 방법이다.⁽¹⁾ 여기서 우리는 알려진 유도 부릴루앙 산란 위상 공액거울(SBS-PCM) 사용하여 빔의 왜곡을 더욱 보상하고자 한다.⁽²⁻³⁾ 유도 부릴루앙 산란 위상 공액거울(SBS-PCM)을 사용하면 열 복굴절 효과에 의한 레이저광의 왜곡을 보상해주고, 증폭기에서 나오는 레이저광을 Diffraction Limit로 만들어 주는 게 가능하다.⁽⁴⁻⁵⁾

그림1은 유도 부릴루앙 산란 위상 공액거울을 사용한 4중경로 증폭기이다. 이 방식은 선형 편광된 빛이 FR2를 통과하면서 45° 회전 한후 다시 M1에 반사하여 45° 회전함으로써 PB2에 반사되어 SBS-PCM에 입사가 된다. SBS-PCM에서 반사된 빛은 다시 레이저 매질을 통과하고 M1에 반사하여 PB2를 투과하게 된다. PB1과 PB2는 서로 45° 교차하고 있으므로 PB2를 투과한 빔은 PB1에서 반사하게 된다. 결과적으로 공진기에서 나온 빔이 레이저 이득 매질을 총 4번 통과하는 방식이다.

현재 제작이 완성된 공진기는 반복률이 5Hz이고, 펄스 당 에너지는 최고 70mJ이다. 그리고 포화 흡수체를 Q-Switcher로 사용하며 펄스 폭은 10ns이다. 4경로 증폭 시스템을 구성중이며, 유도 부릴루앙 산란 위상 공액거울(SBS-PCM)을 사용하여 열복굴절에 의한 공간분포 및 편광왜곡을 보상할 계획이다.

참고 문헌

1. 한기관, 공홍진 "Characteristic of 2 TW Nd:³⁺glass Laser with Four-pass Preamplifier and five-stage Main Amplifier System" 박사학위 논문, KAIST.
2. N.F.Andreev, S.V. Kuznetsov, O.V. Palashov ,G.A. Pasmanik, and E.A. Khazanov "Four-pass YAG : Nd amplifier with compensation for aberration and polarization distortion of the wavefront" Sov. J. Quantum Electron. 22(9), 800-801 (1992)
3. 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 Laser Mode", Chinese Journal of Lasers B10 Supplement, III 20 - III 23 (2001).
4. Hans J. Eicher, Andreas Haase, and Ralf Menzel, "100 - Watt Average Output Power 1.2 Diffraction Limited Beam from Pulsed Neodymium Single - Rod Amplifier with SBS Phase Conjugation." IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol.31, 1265-1269 (1995)
5. Hans J Eichler, Andreas Haase, Ralf Menzel and Andreas Siemoneit "Thermal lensing and depolarization in a highly pumped Nd:YAG laser amplifier" J. Phys.D Appl. Phys. 26, 1884-1891 (1993)

