

대출력 Gauss형 Nd글라스 레이저 비임의 증폭특성에 관한 연구

장용무\*, 강형부  
한양대

A Study on the Amplification Characteristics of High-Power Gaussian Nd Glass Laser Beam

CHANG, YONG-MOO\*\*\*, KANG, HYUNG-BOO\*  
\*,\*\*\* HAN YANG UNIV.

1. 서론

관성밀폐용 에너지 driver로서의 대출력 레이저의 개발목적 및 조건은 적절한 파장, 높은 출력밀도와 급준한 상승시간을 갖는 펄스의 발생 및 제어성 등이다.

파장 1.064μm의 Nd글라스 레이저는 높은 효율의 고주파광 발생기술의 개발로 여러가지 파장의 광발생 및 펄스폭 변화도 용이하므로 에너지 driver로서의 완성도가 가장높다

레이저 발전기 만으로는 핵융합반응에 필요한 에너지를 얻을 수 없으므로 여러단의 증폭기로서 1-chain시스템을 구성하여, 다수의 chain시스템을 병렬로 동시에 운전시켜 다단 증폭된 multi-chain beam으로 TW급의 높은 에너지를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 multi-stage, multi-chain 시스템의 대출력 Nd글라스 레이저 시스템의 설계를 위하여 1-chain 증폭시스템에 대한 Gaussian 레이저 비임의 증폭 특성을 연구하였다.

2. 본론

본 연구에서 가상 설계한 1-chain 대출력 글라스 레이저 시스템은 발전기와 전치증폭기로 이루어진 전치증폭단과 주증폭단 및 기타 광학소자로 구성되어 있다.

레이저 증폭기소자로서는 LSG-91H 규산염 글라스외 이보다 비선형굴절율이 적고, 특히 동등한 펄핑에너지가 주어질 때 규산염 글라스보다 거의 두배의 증폭율을 갖는 LHG-7, LHG-8 인산염 글라스를 채택하였다.

그림1,2는 gauss형 공간분포를 갖는 1(mJ)의 입력에너지를 제1단 증폭기에 입사시켰을때, LHG-7, LHG-8 인산염 Nd글라스와 LSG-91H 규산염 Nd 글라스를 사용한 시스템의 각 증폭단에서의 반경에 대한 에너지

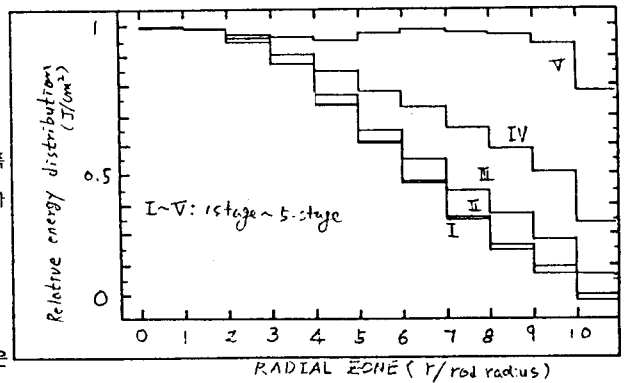


그림 1. LHG-7 glass rod에 대한 각 증폭단의 출력공간분포.

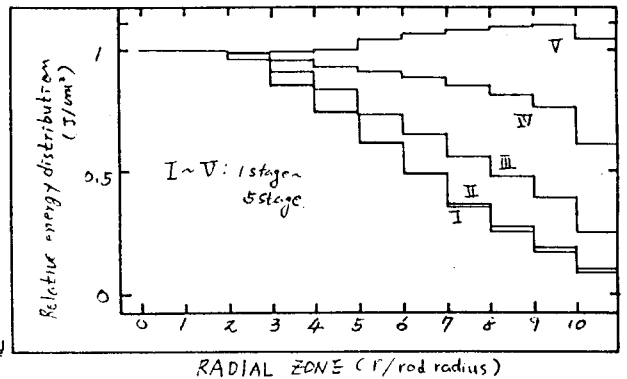


그림 2. LHG-8 glass rod에 대한 각 증폭단의 출력공간분포.

밀도분포와 에너지출력을 Avizonis-Grotbeck 방정식을 수치해석하여 구하였다.

그림 3은 로드 에 입사되는 레이저의 최대출력밀도를

변환시켰을 때 1단 증폭기에 의해 증폭되는 레이저 펄스의 출력파형을 나타낸 것으로 입력 peak값이 증가됨에 따라 출력의 peak값이 빠른시간폭으로 이동됨을 알 수 있으나 증폭도는 오히려 감소되었다.

또 그림 4에서와 같이 risetime이 빨라짐에 따라 peak치의 이동이 적어지고, 증폭도는 현저히 커짐을 알 수 있다. 이들 결과에 의해 증폭기의 증폭작용이 출력펄스의 peak치를 빠른 쪽으로 이동시켜 출력펄스의 risetime을 개선시켜야 또한 risetime이빠를수록 증폭도가 크므로 고출력 강도인도를 얻기 위해서는 짧은 펄스폭을 가진 레이저광의 선택이 필요불가결하다.

3. 결 론

Gauss형 레이저비임의 증폭특성을 수치해석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1)처음에 Gauss형 공간분포를 갖는 레이저비임의 에너지분포는 광향효율의 비균일성으로 인하여 점차 평평한 공간분포를 갖게됨을 알 수 있다.

2)입력 레이저펄스의 risetime이 빠를수록 높은 증폭율을 얻을 수 있었으며 따라서 대출력 레이저펄스를 얻기 위해서는 빠른 risetime을 갖는 즉, 펄스폭이 짧은 레이저비임을 입사시켜야 한다.

3) LHG-8 인산염 글라스를 사용한 5단 증폭시스템에서 340J의 출력에너지를 얻었으며, 이득계수  $g_0$ 가 증폭특성에 중요한 파라미터임을 입증했다.

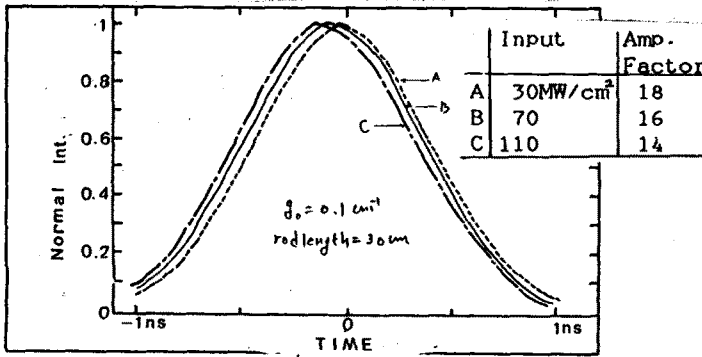


그림 3. 입력 peak power 변화에 따른 출력.

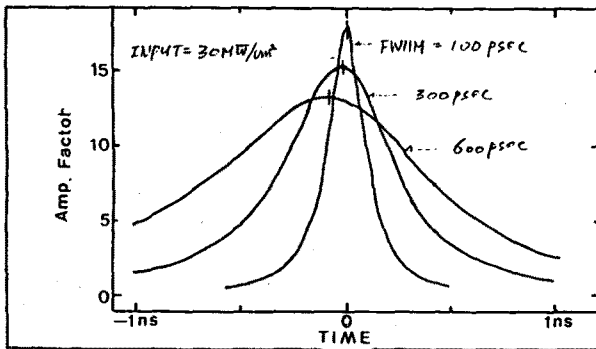


그림 4. 펄스폭 변화에 의한 출력파형.

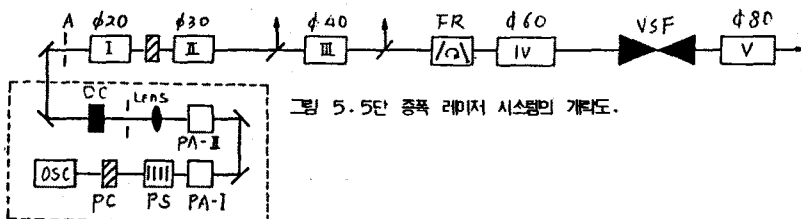


그림 5. 5단 증폭 레이저 시스템의 개략도.

## 참고문헌 .

1. Stephen F. Jacobs, Murray Sargent III, and Marlan O. Scully, *High Energy Lasers and Their Applications, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1974.*
2. D. Ralph Speck et al., "The Shiva Laser-Fusion Facility," *IEEE J. Quantum Electronics*, Vol. QE-17, No. 9, p.1599, 1981.
3. Thomas H. Johnson, "Inertial Confinement Fusion: Review and Perspective," *Proc. IEEE*, Vol. 72, No. 5, p.548, 1984.
4. H.B.Kang, "Inertial Confinement Fusion by High Power Glass Laser," *J.KIEE*, Vol. 28, No. 11, p.329, 1979.
5. M. J. Lubin, J. M. Soures, and L. M. Goldman, "Large-Aperture Nd-Glass Laser Amplification for High-Peak-Power Application," *J. Appl. Phys.*, Vol. 44, No. 1, p.347, 1973.
6. W. Koechner, *Solid-State Laser Engineering*, N. Y.† Springer-Verlag, 1976.
7. Annual Progress Rept. on Laser Fusion Program, Inst. Laser Eng. Osaka Univ., 1976.
8. H. B. Kang and B. T. Kim, "A Study on the Amplification Characteristics of Laser of Phosphate Nd<sup>3+</sup> Glass and Silicate Nd<sup>3+</sup> Glass," *J. KIEE*, Vol. 33, No. 1, p.28, 1984.
9. HOYA OPICS, Co.; "Properties of HOYA Laser Glasses", 1982.
10. The Laser Society of Japan, *Laser Handbook*, Ohmsha, 1982.
11. P. V. Avizonis and R. L. Grotbeck, "Experimental and Theoretical Ruby Laser Amplifier Dynamics," *J. Appl. Phys.*, Vol. 37, No. 2, p.687, 1966.
12. NRL Report 7838, Naval Research Lab., 1974.
13. Annual Progress Rept. on Laser Fusion Program, Inst. Laser Eng. Osaka Univ., 1979.
14. Phillip N. Mace and Robert L. Tanner, "High-Energy Amplifiers for the LASL Glass-Laser System," *IEEE J. Quantum Electronics*, Vol. QE-10, No. 2, p.267, 1974.
15. L. M. Frantz and J. S. Nodvik, "Theory of Pulse Propagation in a Laser Amplifier," *J. Appl. Phys.*, Vol. 34, No. 8, p.2346, 1963.
16. Laser Program Ann. Rep., 1976; Lawrence Livermore Nat. Lab., Rep. UCRL-50021-76, 1977.