

방전여기 질소 레이저 증폭에 관한 연구

김수경*, 최부연, 이주의
경희 대학교

(A study of discharged excited N₂Laser amplification)

Soo Kyung Kim* ,Boo Yeon Choi, Choo Hie Lee
Kyung Hee University

ABSTRACT

We designed and fabricated oscillator - amplifier system respectively. Amplification system was composed of oscillator ,amplif-

ier and synchronization circuit.Synchronization was achived by optical delay and electric circuit delay. As a result ,Power gain was 2- 3 with laser pulse width 5 - 6 ns.

1. 서 론

질소레이저의 증폭은 Ernst.E.Bergmann에 의해 1979 년에 Blumlein 형식으로 처음 보고 되었고 그후 I.Santa (1) 등에의해 발진기와 증폭기가 TEA-TE 형식으로 발표된바있다.

실험에서 사용된 발진기와 증폭기는 용량 이행형 형식으로 쉽게 제작하고 특히 예비 전리 부분은 방법을 달리하여 발진기는 핀과핀에서 발생하는 아크방전을 이용한 UV를 이용하고 증폭기는 균일한 방전에의한 예비 전리를 얻고자 Corona 예비전리를 이용하였다. 증폭에있어 가장 중요한 동기화는 Trigger Gap Switch 를 동작시키는 전기 외로적인 cable 길이에의한 시간지연과 빔의 경로 차에의한 시간지연을 함께 사용하였다. 또한 경로차 길이의 변화로 발진기와 증폭기의 시간적인 불일치도 확인할 수 있었다. 이러한 동기화의 방법은 다른종의 엑사이머 레이저 KrF 등에도 적용할 수 있을것이라 예측된다. 본 연구에서는 발진기와 증폭기 각각의 시스템의 출력특성과 증폭 시스템의 출력특성을 고찰하였다.

2. 발진기와 증폭기 외로및 출력특성

2.-1 발진기

발진기는 용량이행 형식으로 예비전리는 핀형태로 되어있고 레이저관의 재질은 SUS-30

4 이머 크기는 48 x 9 x 70 cm³이다. 1 차로 에너지가 저장되는 C₁ 은 72.9 nF이고 C₂ 는 64 nF 이며 외로내의 인덕턴스를 최소화 하 기위해 BaTiO₃ 계의 세라믹 콘덴서를 사용하였다. 용량이행 형태에서 C₁/C₂비가 1인 경 우 이론적으로 최대의 전달효율을 나타내지 만 외로내의 손실을 고려하여 1.1로 결정하 였다. 방전에 사용된 주전극은 Ernst.Profile (2)로 k 값은 k = 0.15, k = 2.81 x 10⁻³ k = 7.4 x 10⁻⁷ 이고 길이 60 cm, 폭 2.8cm, 전 극간격 1.9 cm 이다.

발진기 출력은 C₁의 인가전압을 15 - 27kV

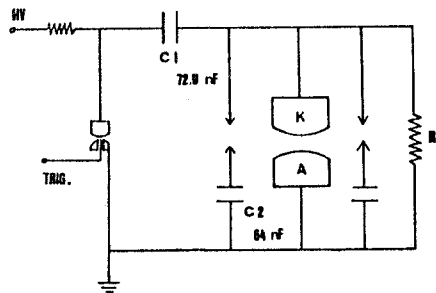


Fig.1 Equivalent circuit of oscillator

또 변화시키고 압력을 30 - 150 torr 변화 시키면서 출력에너지와 포논파형을 측정 하 였다. 최대 에너지는 인가전압 27 kV 압력 70 torr 에서 2mJ을 얻었고 그림 은 인가전 압 18 kV 압력 70 torr 일때 레이저 출력파 형의 FWHM은 5 - 6 ns 이다.

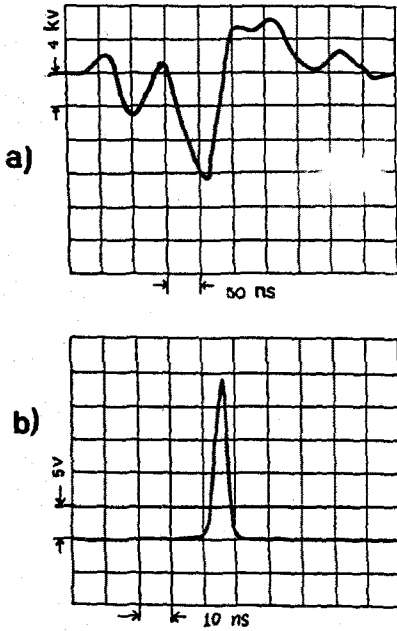


Fig.2 (a) Discharge voltage wave
(b) Laser output wave

2-2. 증폭기

증폭기는 방전기와 동일한 용량이행 형식이며 예비전리 부분은 방전기와는 달리 Corona 형태로 2 nF 세라의 콘덴서를 10 개 병렬 접속하고 콘덴서마다 유전체가 있는 부분까지 절삭하여 이 절삭면과 Mesh가 방전을 일으켜 UV 예비전리를 일으키게 하였다. 레이저관의 재질은 동축 아르빌로 외경 10.5 cm, 내경 9.5 cm, 길이 64 cm 이다. C_1 의 용량은 64.8 nF C_2 의 용량은 32 nF의 세라믹 콘덴서이다. 전극은 Chang .Profile (3) 이며 k 값은 $k = 0.18$ 이고 길이 54 cm, 폭 1.5 cm Mesh와의 간격은 2.1cm 이다.

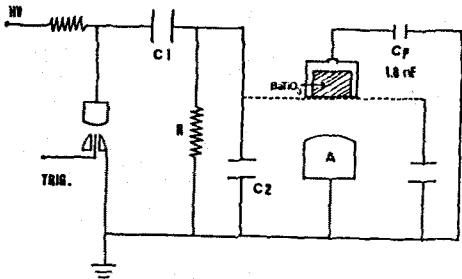


Fig.3 Equivalent circuit of Amplifier

증폭기의 출력은 C_1 의 인가전압을 18 - 30

kV로 변화 시키고 압력을 30 - 150 torr 까지 변화시켜 출력 에너지와 레이저 출력파형을 측정하였으며 C_1 의 인가전압 30 kV 압력 95 torr에서 최대에너지 1.6mJ 를 얻었다. 그림은 인가전압 21 kV 압력 95 torr에서 레이저 출력파형의 FWHM은 7 - 8ns이다.

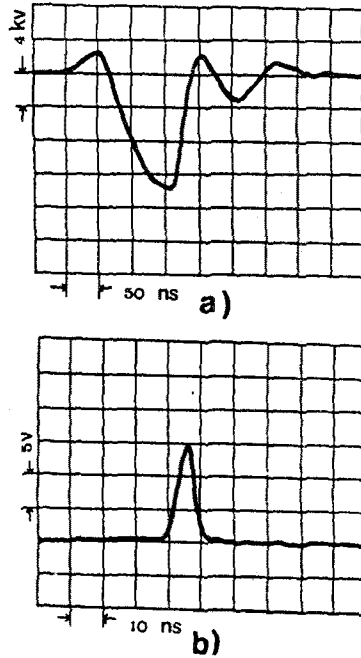


Fig.4 (a) Discharge voltage wave
(b) Laser output wave

3. 동기화 및 증폭 시스템 구성과 증폭특성

3-1. 동기화

증폭에서 가장 중요한 Parameter 인 동기화는 방전기의 출력범이 증폭기 입사까지의 Optical 시간지연과 Trigger Gap Switch를 동작시키는 전기적인 회로의 Cable 길이를 조정하여 시간지연을 이루었고 회로의 동작원

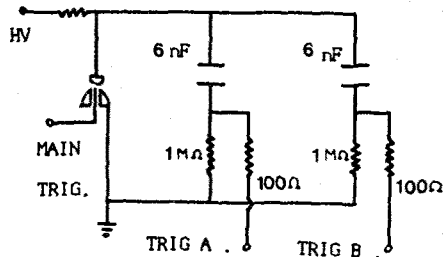


Fig.5 Time delay circuit

리는 Main trigger Switch 를 ON 하게되면 콘덴서에 축적된 전하가 발진기와 증폭기의 Trigger Gap Switch를 동작시키며 이때 전하를 이송하는 Cable 길이를 달리하여 동기화를 이루었다.

3-2 증폭 시스템 구성 및 증폭 특성

증폭 시스템의 Optical 구성은 발진기의 출력빔이 알루미늄 코팅 Mirror 에 의해 반사되어 증폭기에 입사되도록 하였으며 M3의 위치에서 발진기 입사빔과 증폭기의 ASE포논 파형을 확인하였다. 이때 사용한 광전관은 RI193U-02 (Hamatsu)이며 레이저 출력 에너지는 Gentec ED-500이며 오실로스코프는 Tektronics 2465 를 사용 관측하였다.

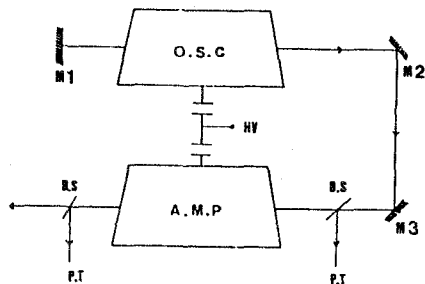


Fig.6 Optical arrangement of amplification system

증폭은 발진기와 증폭기의 압력 최적 조건으로 각각 70 torr와 95 torr로 고정하고 인가전압은 26 kV이다. 이때 M3의 위치에서 측정된 입사 에너지는 0.32 mJ이고 출력에너지는 0.9 mJ 이다. 또한 발진기의 출력빔의 경로길이 변화에 의한 시간적인 불일치도 확인 하였다.

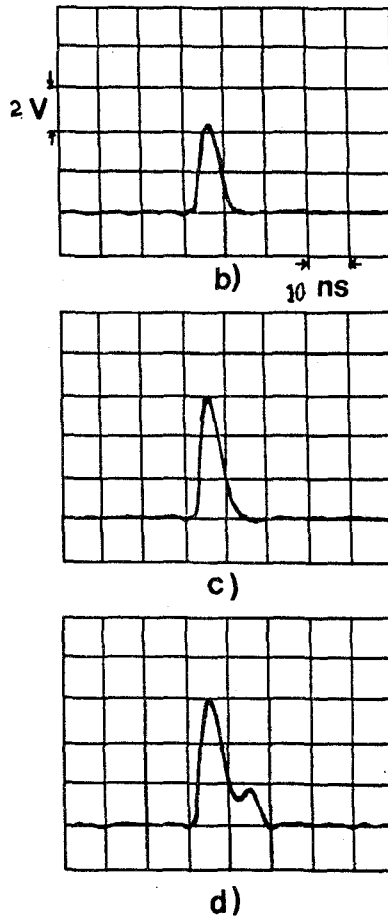
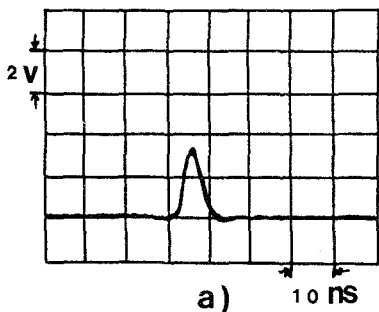


Fig.8 (a) Photon wave of oscillator
 (b) ASE photon wave of amplifier
 (c) Amplified photon wave
 (d) Photon wave by changed optical length

4. 결론

2 개의 각기 다른 레이저헤드로 부터 출력을 얻고 증폭시스템을 구성하여 전기외토적인 시간지연과 Optical 시간지연으로 동기화를 이루어 증폭을 이루었으나 증폭기의 Gain 이 낮음으로 인해 입력 에너지에 대한 출력에너지의 Power Gain은 2 - 3 으로서 증폭기의 Gain을 증가시키는것이 남아있는 과제이다.

참고문헌

(1) I.Sannta, S.Szatmari, B.Nemet, J.Hebling, Opt.Com, 41, 59(1982)
 (2) G.J.Ernst, Opt.Com, 49, 275(1984)

- (3) T. Y. Chang, Rev. Sci. Ins, 44, 405(1973)
- (4) K. Ishkawa, S. Muto, H. Matsuzawa, Appl. Phys. Lett, 50, 889(1987)
- (5) E. Armandillo, Appl. Phys. Lett, 41, 611(1982)
- (6) C. L. Sam, Appl. Phys. Lett, 29, 505(1976)
- (7) K. S. Tankov, S. Z. Kurtev, I. Y. Milev, Opt. Com, 62, 32(1987)
- (8) S. Watanabe, T. Sato, H. Kashiwagi, IEEE. J. QE-15, 322(1979)
- (9) J. Goldhar, W. R. Rapoport, J. R. Murray, IEEE, J QE-16, 235(1980)