

엑사이머 레이저 여기용 전자빔 축적에너지의 측정

Measurements of deposition energy of e-Beam for excimer laser excitation

이 주 희	경희대학교 이공대
이 영 우*	경희대학교 이공대
최 부 언	경희대학교 이공대
김 용	연세대학교 이과대

1. 서 론

고강도 전자빔은 대출력 가스 레이저의 여기, 또한 이온 빔, X-선 등의 전원으로써 꾸준히 연구 개발되어져 왔다. [1] 이들 응용분야 중에서도 HF 나 엑사이머와 같은 대출력 가스 레이저의 여기원으로 사용되는 MARX GENERATOR 는 저 임피던스 고에너지, 또한 ns 단위의 rising time 을 갖는 펄스를 발생시키는 것이 요구된다. [2] [4] 본 실험에 사용한 MARX GENERATOR 는 위의 조건을 만족시키기 위해 동축형으로 개선함으로써 수 ns rising time 의 유사 구형과 펄스와 최대출력 600KeV 의 전자빔 발생 장치이다.

대출력 가스 레이저의 전자빔 여기때 중요한 점은 효율적으로 축적함에 있다.

본 실험은 엑사이머 레이저 연구의 한 과정으로서, 레이저 파라메타들의 Scalling-up 과 출력 효율들을 산출해서 효과적인 펄핑을 얻기 위하여 전자빔의 축적에너지를 측정하였다.

전자빔 에너지의 레이저 가스에 대한 축적에너지는 Calorimeter법과 Pressure jump 방법등으로 측정하는 데 본 실험에서는 전자를 사용하였다. 또한 빔 방사패턴은 Nitto 사의 Radcolor 필름을 사용하여 관측하였다.

2. 실험장치 및 축적에너지 측정

동축형 MARX GENERATOR 의 구조는 그림 1. 에 표시된 것과 같이 MARX 모듈을 구성하는 주요부분인 세라믹 콘덴서 (BaTiO<sub>3</sub>, 30KV, 2000pF) 들과 중앙에 Gap 스위치 및 충전저항 (10KΩ) 등으로 동축상에 배치하여 스테인레스 스틸의

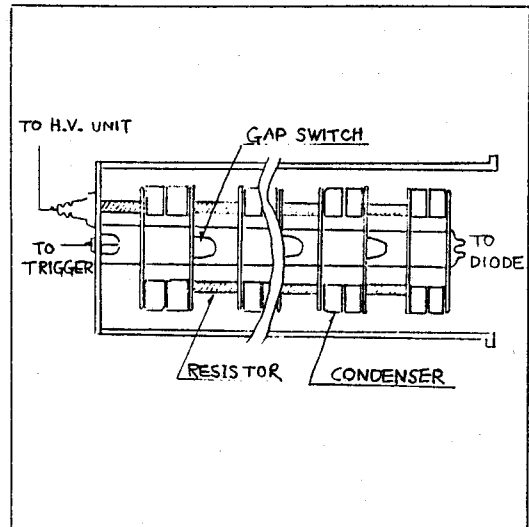


Fig1. Coaxial MARX GENERATOR

원통 (260 $\phi$  × 1455mm ) 에 내장되었다. 절연유는 국산 절연유 2호를 사용하였다.

MARX 모듈은 10단을 직렬로 접속하였고 Gap 스위치에는 N<sub>2</sub> 가스를 충전하므로 절연유에 대하여는 원통형 절연재에 O-ring을 조합하여 완전분리하였다.

빔.다이오드는 10<sup>-4</sup> - 10<sup>-5</sup> Torr의 진공으로 다이오드내의 캐소드는 Al-Shunk 와 카본 그래파이트의 Tip (25 $\phi$  × 15 mm)으로 구성하였다.

아노드 막은 50 $\mu$ m 의 Ti- 박막을 사용하였다.

빔.다이오드 전압은 아노드와 캐소드간에 Cupper-Sulfate (CuSO<sub>4</sub>) 용액을 연결하여 측정하였다. 이 장치로 측정한 전자 빔 출력전압 펄스의 대표적인 파형은 그림2와 같다.

전자빔의 축적에너지 측정은 Calorimeter 법을 사용하였다. 그림3에 실험장치 개략도를

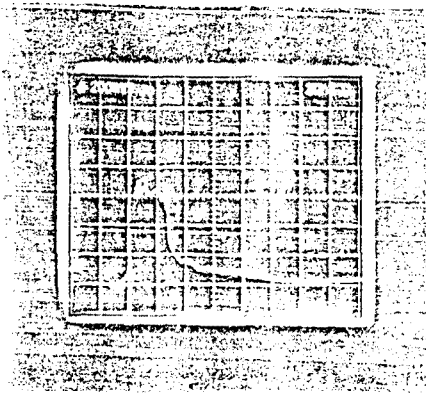


Fig2. Time History of the Diode Voltage

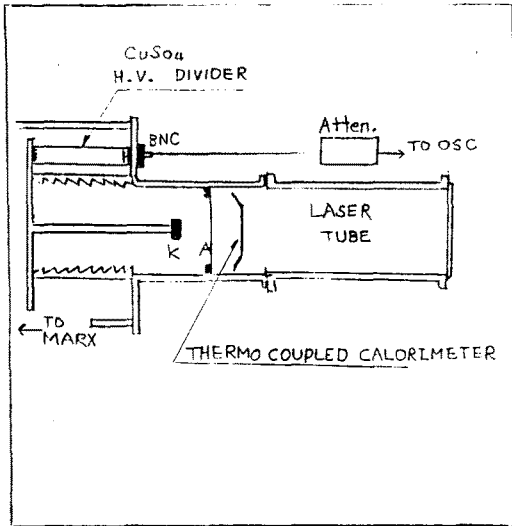


Fig3. Schematic diagram of experimental apparatus

나타내었다.

Calorimeter 의 sensor 는 카본그랙파이브를  $10 \times 10^3 \text{mm}$  의 크기로 세그멘트화 하여 방사빔을 측정하였다. [3] 전자빔의 축적에너지 측정에는 엑사이머 레이저의 희석 가스인 Ar 과 HF 레이저의 주 가스인 SF<sub>6</sub> 을 사용하였다. 또한 축적에너지의 공간분포는 Radcolor 필름을 사용하여 빔 방사 패턴을 관측하였다. 축적에너지의 측정예를 SF<sub>6</sub> 의 경우에 대하여 표시하면 그림 4.와 같다.

그림 4. 에서 보는 바와 같이 축적에너지는 전자빔의 투과량이 가장 많은 0.5 Torr Air 와 SF<sub>6</sub>

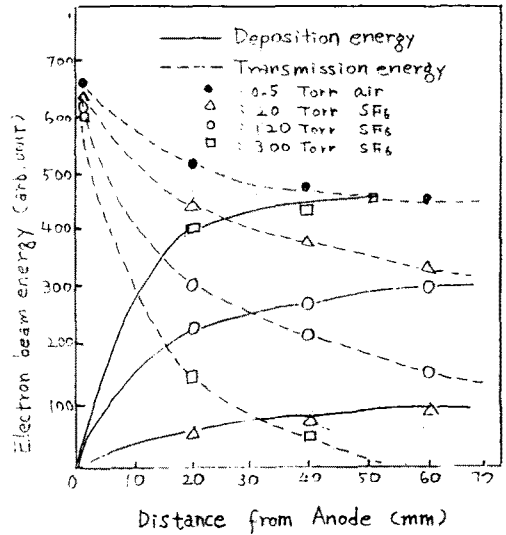


Fig4. Deposition and transmission energy through the SF<sub>6</sub> gas as a function of istance from anode.

가스의 압력에서 투과량과의 차로 계산하였으 며 300 torr 에서 최대 축적량은 50 mm 거리에서 얻는다. 또한 축적에너지 체적은 전자 빔 밀도 와 투과하는 가스 압에 대하여 함수관계에 있으 므로 일정한 가스 압과 MARX GENERATOR 충전전압 에서는 전자 빔의 Focusing Flux 의 크기에 따라 결정된다.

### 3. 결 론

대출력 가스 레이저를 위한 등축형 MARX GENERATOR 의 구조특성과 배이저 파라메타의 Scaling-up 에 필요한 전자빔에너지의 축적특성을 밝히기 위 해 Ar 가스와 SF<sub>6</sub> 가스에 대해 Calorimeter 법을 이용하여 아노드막으로부터 거리에 대한 축적에 너지를 측정하였다. 이와 같은 축적에너지량은 레이저 출력에 기여하고 또한 출력 효율의 기준이 된다. 본 논문의 실험방법은 이 목적에 매우 적 합한 방법으로 생각되며 엑사이머 레이저 또는 가스 레이저에 적용될 수 있다.

### 참 고 문 헌

- (1) J.C.Martin, Nanosecond Pulse Techniques, SSWA/704149, AWRE, Aldermaston, England; 1970

2 M.Obara et al; Low-Impedance, Coaxial-Type Marx Generator with a Quasi-Rectangular Output Wave form, IEEE 2nd Inter. Pulsed Power Conf., Lubbock, Texas, U.S.A. (June 12 - 14, 1979) IEEE Cat. No79, CH 1505-7.

3 Physics International Data sheet (No. 8305) for segmented graphite calorimeters and Actual Calibration Curve.

4 C.H.Lee et al : Operating Mode of IREB Diode for Laser Initiation, JIEE, 100C-9, 305 (1980. 9)