

정전탐침법을 사용한 평판형 광원의 제논(Xe)플라즈마 특성 연구

백광현, 양종경, 이종찬*, 최용성 박대희
원광대학교, (주)금호전기

Xe Plasma property with flat lamp by Langmuir probe

Gwang-Hyeon Pack, Jong-Kyung Yang, Jong-Chan Lee, Yong-Sung Choi, and Dae-Hee Park
Wonkwang Univ., Kumho Electric*

Abstract : Discharge of the flat lamp lighting source research are requested very much. For improving brightness, life time, efficiency of flat lamp and plasma diagnosis of the flat lamp lighting source to understand property of lighting source is very important. When a distance of discharge electrode is 5.5mm and width is 16.5mm, we measured electron temperature and electron density measured with single Langmuir probe in flat lamp. We tested the discharge from 100 Torr to 300 Torr pressure. The pulse type was rectangular with frequency 20kHz and duty ratio was 20%. In result, electron temperature decreases and electron density increased as increase the gas pressure and electron temperature decreases and electron density increase as increase the voltage.

Key Words : plasma, electron temperature, electron density

1. 서 론

현재 액정 디스플레이가 후면광원으로 쓰이고 있는 냉음극관형 램프가 배치된 도광판 방식은 수은에 의한 환경문제도 점차 야기시키고 있으며, 휘도의 균일성 및 20인치 이상의 대화면화의 실현이 문제가 되고 있다. LCD가 대형화되면서 CCFL의 경우 휘도의 균일성이 떨어지는 문제가 발생한다. 따라서 CCFL의 경우 대형화되어 가는 현재의 display에 적합하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로서 LCD후면 광원으로 평면광원이나 EL 등도 도광판 방식으로 문제를 해결할 수 있다[1, 2]. 그러나 평판형 광원은 아직까지 휘도, 수명, 효율 면에서 부족한 점들이 매우 많다. 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 평판형 광원의 주 에너지원인 전자와 이온의 온도 및 밀도 같은 방전플라즈마의 여러 가지 기초 변수들을 진단과 해석이 필요하다[3].

본 실험에서는 평판형 광원 플라즈마의 기초변수들, 즉 전자 온도 및 밀도를 단일 탐침을 이용하여 측정하였다. Langmuir 탐침으로 전자온도 및 이온 밀도를 구함으로써 평판형 광원에 대한 플라즈마의 진단이 가능하다.

2. 실험

2.1 이론

일반적으로 플라즈마를 진단한다는 것은 플라즈마 내부의 전자와 이온 밀도, 온도 전계, 자계 등을 측정해서 물리적인 현상이나 동작을 판단하는 것을 말한다. 진단의 변수는 플라즈마 밀도를 표시하는 전자 밀도 N_e 입자의 에너지 상태를 표시하는 에너지 분포함수 $f(\epsilon)$, Maxwell

분포일 때 정의 되는 전자온도 T_e , 이온 온도 T_i , 플라즈마 공간전위 V_p 등이 있다. 이중 전자의 온도와 밀도는 특성의 플라즈마 상태를 이해할 수 있게 하는 대표적인 변수라 할 수 있다. 제논의 유도결합형 방전 플라즈마는 Langmuir 단일 탐침법을 통해 주 에너지원인 전자, 이온의 온도 및 밀도를 실험적으로 진단과 해석하였다.

플라즈마 내에서 전자들이 가지는 에너지를 의미하는 전자 온도는 탐침 전압 V_{p1} 과 V_{p2} 이들 전압에 대한 탐침 전류 I_{e1} 과 I_{e2} 로서 다음 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$\frac{kT_e}{e} = \frac{V_{p1} - V_{p2}}{\ln\left(\frac{I_{e1}}{I_{e2}}\right)} \quad (1)$$

즉, 전자 온도는 측정에서 얻은 전자전류 $I_e(V)$ 를 전압 V 에 대해 대수논금을 취하면 직선이 되고, 기울기로 유도된다. 전자 밀도는 공간전위 V_s 부근에서의 전류를 열확산 전자전류 I_{e0} 이므로 전류의 기울기에서 구한 전자온도와 I_{e0} 를 다음 식 (2)에 대입하여 실용적 단위로 변환된다.

$$N_e = 3.73 \times 10^{11} \frac{I_{e0}}{S \cdot \sqrt{T_e}} \quad [cm^{-3}] \quad (2)$$

2.2 실험장치

실험 장치는 그림 1처럼 방전실험 챔버에 제작된 시료를 설치하고, Langmuir 탐침을 삽입하여 방전을 시켜 전자 온도 및 이온 밀도를 측정하였다. 방전 챔버는 금속재를 사용하여 제작하였으나 가시적으로 플라즈마 형태를 알아보기 위하여 상층부분과 측면부분에 석영 유리창을 두어 유관으로 관찰할 수 있게 하였다. 챔버 안의 진공은 로타

리 펌프를 사용하여 배기시킨 후 유량조절장치(MFC: Mass Flow Controller)를 사용하여 챔버 안에 100Torr~300Torr의 제논(Xe)가스를 조절하였다.

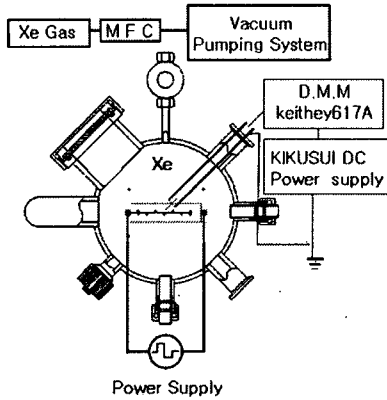


그림 1 실험 장치의 계략도

구동 전압은 400V~800V, 주파수는 20kHz, 듀티비는 20%에서 방전을 유지시켜 측정하였다. Langmuir 탐침은 0.1mm의 지름에 텅스텐 와이어를 사용하였다. 침을 끝부분으로부터 1mm를 제외하고 나머지부분은 유리관 안으로 넣은 다음 텅스텐과 유리관을 밀착시켜 플라즈마와 절연시켰다. 탐침에는 DC 전원 구동장치를 사용하여 -30V~70V까지 입력하여 전류를 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

방전 개시 전압은 약 400V로 이상부터 플라즈마가 발생하기 시작하였다. 그림 2는 구동전압 700V에서 Xe의 압력에 따른 전압 전류 특성을 전류 값을 로그 값으로 환산한 그래프이다. 측정 결과로부터 제논의 압력이 증가 할수록 전자온도는 약 0.5eV~0.9eV로 제논의 압력이 증가 할수록 전자온도는 감소하는 현상을 볼 수 있었다. 전자 밀도 약 $0.9 \times 10^{11} \text{cm}^{-3} \sim 2.7 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 압력이 증가할수록 밀도가 증가하는 현상을 나타냈다.

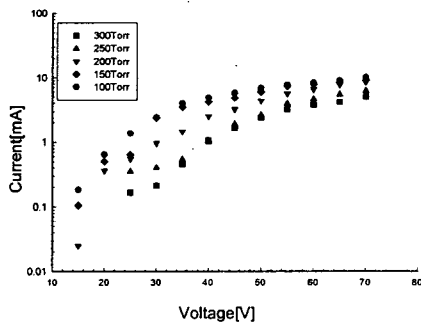


그림 2 압력에 따른 I-V 곡선

그림 3은 구동 전압에 따른 I-V곡선을 전류측을 로그 값으로 환산한 그래프이다. 입력전압이 증가에 따라서 0.8~0.9eV로 증가하였고 전자 밀도는 $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3} \sim 1.8 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 증가하였다. 압력은 증가할수록 전자온도는

감소하는 것을 알 수 있었고 전압 증가 시 전자온도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이온 밀도는 압력과 전력이 증가할수록 증가하는 현상을 알 수 있었다.

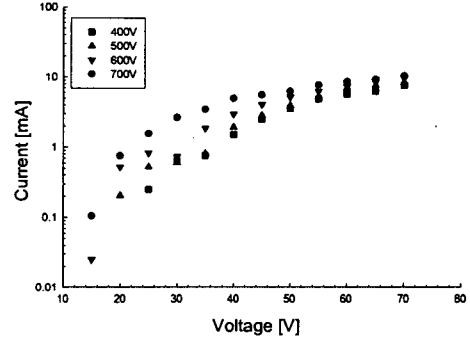


그림 3 구동 전압에 따른 I-V 곡선

4. 결론

본 논문에서는 평판형 광원 플라즈마의 기초 변수들, 즉 플라즈마의 전기적 특성인 전자온도, 이온밀도를 측정하기 위하여 Langmuir 탐침법을 사용하였다. 평판형 광원에서 플라즈마 방전은 전극에 인가되는 전압에 따라서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 제논의 압력이 증가하면 플라즈마 내부에 전자가 증가하여 음 전류가 급격히 증가하게 되고, 탐침에 음 전류가 유입되므로 I-V 특성 곡선의 기울기가 감소하게 된다.
- 2) 제논의 압력이 증가할수록 전자온도는 약 0.5~0.9 eV로 제논의 압력이 증가할수록 전자온도는 감소하는 현상을 볼 수 있었다.
- 3) 전자 밀도 약 $0.9 \times 10^{11} \text{cm}^{-3} \sim 2.7 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 압력이 증가할수록 밀도가 증가하는 현상을 나타냈다.
- 4) 전압이 증가할수록 전자온도가 증가하는 현상을 살펴볼 수 있었다. 입력전압이 증가함에 따라 0.8~0.9eV로 증가하였고, 전자 밀도는 $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3} \sim 1.8 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 증가하였다.

감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성지원사업(I-2004-0-074-0-00)에 의해 작성 되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Munisamy Anandam and Douglas Ketchum, IEEE Trans, Electron Device, pp.1327-1330, Vol. 39,1992.
- [2] J.Deschamos, Proceedings of the Society for Information Display International Symposium, San Jose CA, 1994, SID 94 Digest, p.315
- [3] 김진구, 최명철, 안정철, 조태승, 조대식, 임재용, 김태영, 김성수, 고재준, 김대일, 이춘우, 서윤호, 조광섭, 강승언, 황은하, 엄환섭 "면방전 교류형 플라즈마 표시장치에서의 전자온도 및 플라즈마 밀도 측정" Sae Mulli(The Korea Physical Society) Volume 40, Number 3, pp.211~217 2000.