

면방전 AC-PDP에서의 전자온도와 플라스마 밀도의 3차원 진단

정세훈, 문민욱, 박원배, 이준호, 임정은, 이해정, 손창길, 이수범,
유나름, 한용규, 오필용, 고병덕, 정진만, 서윤희, 조광섭, 최은하
광운대학교 전자물리학과

Three-dimensional measurement of electron temperature and plasma density in coplanar AC plasma display panels

S. H. Jeong, M. W. Moon, W. B. Park, J. H. Lee, J. E. Lim, H. J. Lee, C. G. Son, S. B. Lee,
N. L. Yoo, Y. G. Han, P. Y. Oh, B. D. Ko, J. M. Jeoung, Yoon Ho Seo, Guang Sup Cho and Eun Ha Choi
Department of Electrophysics, Kwangwoon University

Abstract

이번 실험에서는 면방전형 교류 PDP에서의 3차원적인 전자온도와 이온밀도의 측정을 마이크로 랑뮼르 탐침법을 통해 실험적으로 연구하였다. 스테핑 모터에 연결된 마이크로 랑뮼르 탐침은 20um씩 움직이며 탐침에 인가하는 플러스와 마이너스의 직류전압을 통해 I-V곡선을 구할 수 있고 이를 통해서 전자온도와 플라스마 밀도를 구할 수 있다. Ne+ Xe(4%) 200Torr의 혼합가스에서 전극의 테두리를 따라(X축) 전자온도 및 플라스마 밀도를 측정된 결과 중앙지점에서와 전극의 경계지역에서 이온밀도는 $7.69 \sim 11.1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 까지 측정되었다. 또한 전자온도는 플라스마 밀도와 균형적인 관계에 있다는 것은 주목할 만하다. 전자온도는 전극 사이의 중심에서 가장 적게 1.3~3.15eV까지 측정되었다. Y축으로 측정했을 경우 이온 밀도와 전자온도는 전극 갭 중앙에서부터 약 80um 떨어진 지점에서 서로 교차하며 증가 및 감소였으며 이온밀도는 $8.3 \sim 11.1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 측정되었고 전자온도는 이와 균형적인 관계를 가지고 1.2~1.6eV로 측정되었다. 또한 이러한 특성은 AC PDP에서 나타나는 줄무늬 현상과 관련이 있는 것으로 보인다. Z축으로 측정했을 경우 약 125um높이에서 가장 높게 측정되었으며 $1.1 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$ 정도로 측정되었다.

Key Words : 플라스마 진단, 전자온도, 이온밀도, 3차원 진단

1. 서론

현재 AC-PDP는 휘도 및 밝기에서 여러 가지 문제를 가지고 있다. 이 실험에서는 AC-PDP내의 전자온도와 이온밀도를 측정하기 위하여 micro Langmuir Probe[1, 2]를 사용하였다. 전자온도 [3]와 이온밀도는 +, -로 대전된 micro Langmuir Probe의 전압-전류 곡선에서 구할 수

있다. AC-PDP내에 생성된 플라스마 내에 탐침을 삽입하면 전자와 이온이 탐침을 통해 유입되기 때문에 탐침과 연결된 외부 회로에 전류가 흐르게 된다. 만약 +나 -의 전류를 탐침에 인가하면 탐침에 흐르는 전류 또한 변하게 되는데 이는 이온과 전자의 모빌리티 때문이다.[4, 5]

2. 실험

그림 1은 실험실에서 사용하고 있는 Langmuir Probe 시스템이다. Micro Langmuir probe tip은 지름이 20um이며 전기 화학적 에칭법으로 만들어진다.

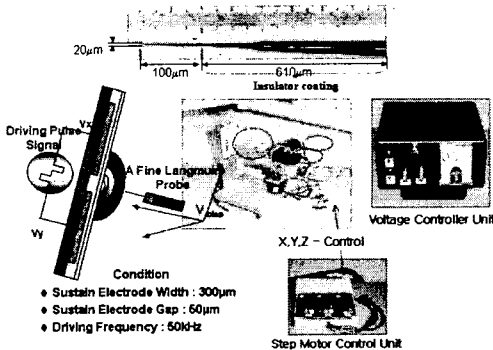


그림 1. Langmuir Probe System

탐침의 끝부분 100um를 제외한 부분은 절연체로 덮여 있다. 탐침은 패널의 전극 중앙에 위치시키며 -80V에서 +80V까지의 직류 전압을 인가해 줄 수 있게 연결되어 있다. 이 전압은 Voltage controller를 통해 이루어진다. 스텝모터와 컨트롤러는 3차원 진단이 가능하도록 제작되었다. 이 실험에 사용된 test panel은 전극 폭이 300um, 전극 사이 간격이 50um 이다. 또 격벽을 사용하는 대신에 셀 간의 간격을 500um로 하여 전극사이의 간격보다 충분히 넓혔다. 구동전압은 사각파로서 듀티비는 40%이며 frequency는 50kHz로 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2에서는 Ne-Xe(4%)혼합가스 200Torr에서 X축을 따라 진단하였을 때의 이온밀도와 전자온도를 나타내고 있다. 이온 밀도는 중앙부분과 전극의 끝 부분에서 $7.69 \sim 11.1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 가장 높은 분포를 보였다. 또한 주목할 것은 전자온도와 이온밀도는 상호 보완적인 관계로 증가 및 감소하는 것이다. 전자온도는 중앙 지점에서 $1.3 \sim 3.15 \text{eV}$ 로 가장 작게 분포하는 것으로 나타났다.

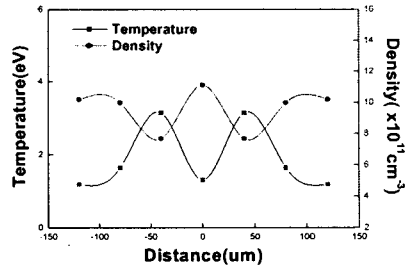


그림 2. X축에 따른 이온밀도 및 전자온도

그림 3은 Y축을 따라서 진단하였을 때의 이온밀도 및 전자온도를 보여주고 있다. 이온밀도는 갭의 중앙에서 80um 떨어진 부분에서 $8.3 \sim 11.1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 로 가장 높게 나타났다. 전자온도는 이와 상호 보완적인 관계로서 $1.2 \sim 1.6 \text{eV}$ 의 분포를 보였다. 이러한 특성은 AC-PDP나타나는 줄무늬 모양과 연관이 있다.[6~8]

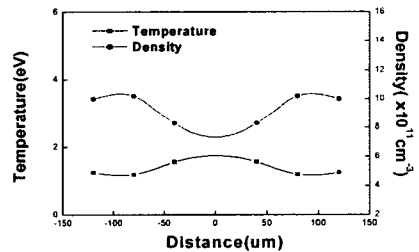


그림 3. Y축에 따른 이온밀도 및 전자온도

그림 4는 MgO가 있는 패널 면에서 멀어지는 방향으로 Z축을 따라서 측정하였고 125um높이에서 이온밀도는 $\sim 1.1 \times 10^{12} \sim 3 \text{cm}^{-3}$ 로 가장 높게 측정되었다.

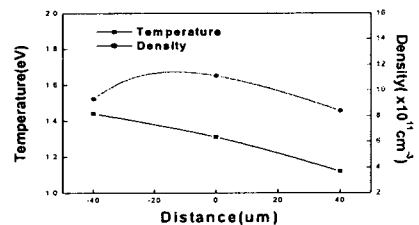


그림 4. Z축에 따른 이온밀도 및 전자온도

4. 결 론

이 실험에서는 AC-PDP에서 플라스마 파라미터를 연구함에 있어 micro Langmuir probe를 통해 전자온도와 이온밀도를 3차원으로 분석하였다. 전자온도와 이온밀도는 Langmuir Probe에 인가된 전압에 따른 전류곡선을 통해서 얻어진다.

X축을 따라서 진단했을 경우 이온밀도는 전극의 중앙과 끝 부분에서 가장 높게 나타났으며 전자온도는 이와 보완적인 관계로서 전극의 중앙과 끝 부분에서 가장 낮게 나타났다. Y축을 따라서 진단한 결과 이온 밀도는 중앙에서 가장 낮게 또한 전자온도는 가장 높게 나타났고, Z축의 경우 패널 표면에서부터 125um 지점에서 이온밀도가 가장 높고 차차 감소하는 것으로 전자온도는 점차 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같이 AC-PDP에서 이온밀도와 전자온도는 전극의 형태에 따른 위치마다 다르며 이것의 진단특성으로 고효율 및 고휘도의 AC-PDP를 구현하는데 있어서 필수적인 것 같다.

참고 문헌

- [1] J. G. Kim et. al., Int. Display Workshop 99, p. 675 (1999); J. G. Kim et. al, Korean Appl. Phys. 40, 217 (2000).
- [2] E. H. Choi, J. C. Ahn, M. W. Moon, J. G. Kim, M. C. Choi, C. G. Ryu, S. H. Choi, T. S. Cho, G. S. Cho, H. S Uhm, IEEE Trans. Plasma Sci. PS-30, p. 2160 (2002).
- [3] J. C. Ahn, S. B. Kim, T. S. Cho, M. C. Choi, D. G. Joh, M. W. Moon, Y. Seo, S. O. Kang, E. H. Choi, Jpn. J. Appl. Phys. 41, Part 1, No. 2A, p. 860 (2002).
- [4] A. Wong, Introduction to Experimental Plasma Physics, (UCLA, 1998)
- [5] F. F. Chen, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, (Plenum Press, 1984), p295
- [6] S. B. Kim, et. al., Intl. Display Workshop IDW'00, P.711 (2000)
- [7] G. S. Cho, E. H. Choi, Y. G. Kim, H. S. Uhm, Y. D. Joo, J. G. Han, M. C. Kim, J.D. Kim., J Appl.

Phys. 87, 4113 (2000)

- [8] G. S. Cho, E. H. Choi, J. G. Kim, Y. G. Kim, J. Ko, D. I. Kim, C. W. Lee, Y. H. Seo, H. S. Uhm, Jpn. J. Appl. Phys. 38, 830 (1999)