

AC PDP(Plasma Display Panel)의 방전 특성 해석

황기용, 정희섭, 서정현

서울대학교 전기공학부 플라즈마 연구실

ABSTRACT: A numerical analysis of the micro-discharge in an AC plasma display cell has been made using time-dependent, 2-dimensional multi-fluid equations to understand the discharge physics of He-Xe discharge. The time dependent distribution of the electron temperature, densities of electrons, various ions and excited species, and the effects of the wall charges accumulated on the dielectric surface are obtained and compared with the results of direct observation of time dependent behavior of VUV and visible spectra from single discharge cell observed using a gated, image intensified CCD to elucidate the discharge physics.

I. 서론

최근에 플라즈마 디스플레이 패널은 특성 향상에 급격한 성장을 보이고 있으며, 상용화에 거의 근접하고 있다. 그러나, 소비자를 충족시키기 위한 휘도와 효율은 아직 충분하지 못하기 때문에 아직 개선의 여지가 많이 남아 있다. 이러한 휘도 및 효율 향상을 도모하기 위한 전극 구조와 셀 설계, 가스 혼합비 및 종류, 구동 특성 등의 개선은 PDP의 기본적인 방전 특성을 이해함으로써 얻어질 수 있다.

본 연구에서는 He-Xe 혼합 가스에서 시간에 따른 2차원의 전자 온도와 밀도, 이온과 여기 중, 벽 전하 분포 등을 수치해석을 통하여 구하고, 실제 PDP 셀에서 방출되는 VUV 스펙트럼과 비교 및 분석하여 AC PDP 방전 물성을 설명하면서 AC PDP의 방전 특성을 이해하고자 한다.

II. 해석 모델과 지배 방정식

그림 1에 표면 방전형 AC PDP의 수치해석 영역과 전극에 인가되고 있는 구동 파형을 나타내고 있다. 사용된 가스는 He에 10%의 Xe를 첨가한 혼합 가스이다[1-3].

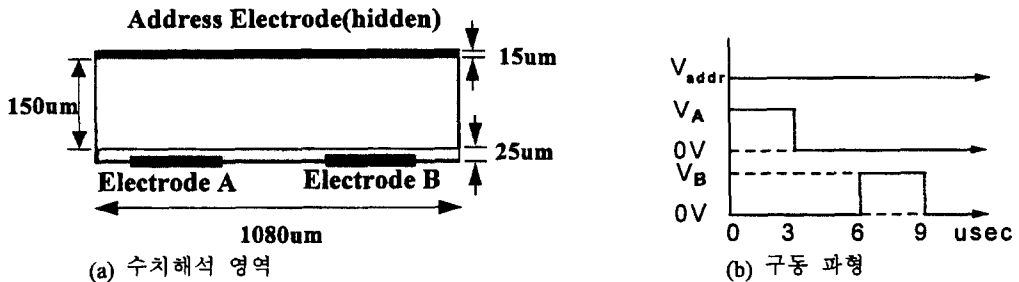


그림 1 수치해석 영역과 구동 파형

플라즈마 디스플레이 셀에서 사용되고 있는 플라즈마는 LTE(Local Thermodynamics Equilibrium)상태가 아니기 때문에 전자와 이온을 따로 고려 해야 한다. 전자와 He⁺, Xe⁺, Xe₂⁺ 등의 하전 입자들을 해석하기 위해 사용된 지배 방정식은 질량, 운동량, 에너지 보존식과 Poisson을 사용했으며, He(2³S), Xe*(³P₁) 등의 여기 입자의 해석을 위해 확산 방정식을 사용했다[4].

III. 수치해석 결과

2차원의 다중 유체식을 풀기 위하여 사용된 수치해석 기법은 FDM (Finite Difference Method)의 ADI (Alternating Direction Implicit)를 사용하였다.

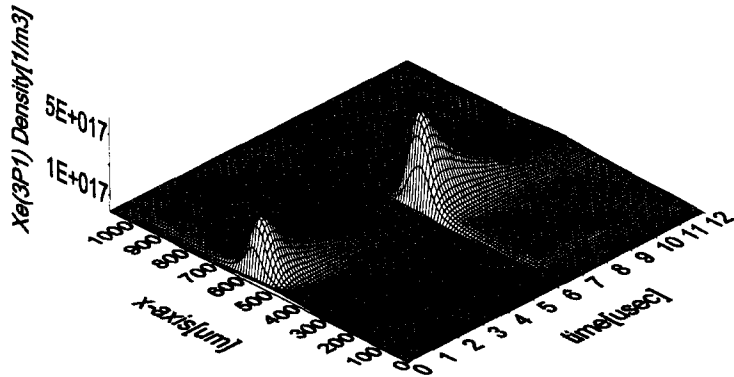


Fig. 2 Xe*(³P₁) 밀도의 시공간 분포

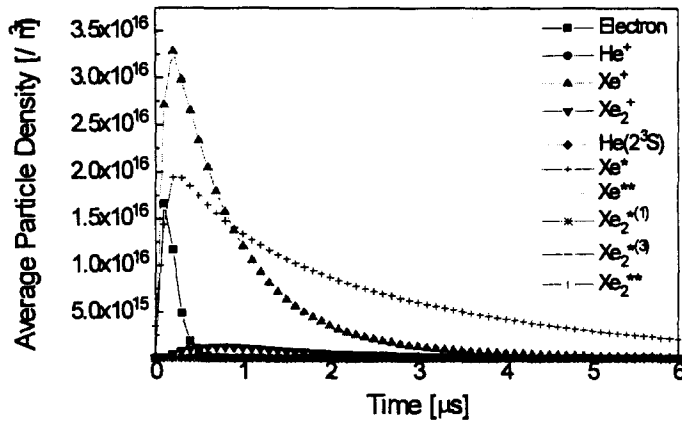


그림 3 입자들의 평균 밀도

그림 2는 147nm VUV를 방출하는 Xe*(³P₁) 밀도의 시공간 분포를 나타내고 있다. 그림 3은 PDP 셀 내에 존재하는 입자들의 평균 밀도분포를 시간에 따라 나타내고 있다. 전자와 이온이 쌍으로 생성되지만 전자의 이동도가 이온보다 매우 크기 때문에 전자들이 전극 위의 유전체 위로 빠르게 이동하여 벽전하를 형성하기 시작한다. Xe 이온과 Xe*의 밀도는 전자에 비해 매우 큰 질량과 낮은 온도를 갖는 이유에 의해 매우 천천히 변하고 있다. 그림 4는 하전 입자를 생성시키는 주된 반응의 상대적 양을 나타내고 있으며, Xe*의 형성의 경우 전자의 충돌에 의한 이온화가 Penning 이온화 반응보다 주된 반응으로 나타나고 있다.

IV. 실험 결과

그림 5에 ICCD를 이용하는 VUV 분광 실험 장치의 개략도를 보여주고 있다. 시험용 AC 패널로부터 방출되는 VUV를 시간 지연과 게이트 제어가 가능한 ICCD(Intensified CCD)를 이용하여 시간에 따른 평균적인 발광 스펙트럼을 얻었다. 그림 6과 그림 7은 ICCD를 이용하여 측정된 Xe*(³P₁)에 의한 147nm VUV와 Xe₂*에 의한 173nm VUV의 시간에 따른 세기를 보여주고 있다.

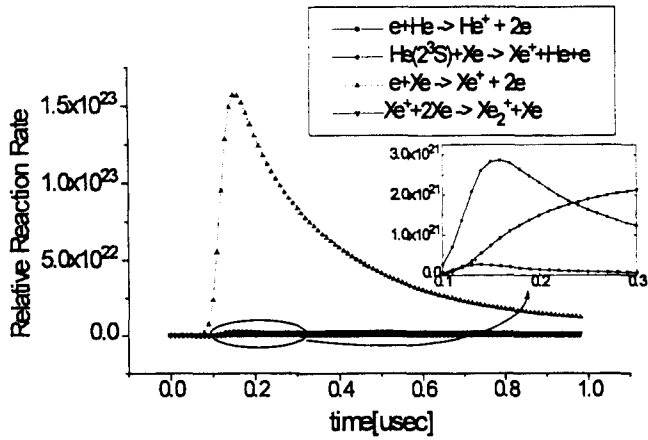


그림 4 입자 반응의 상대적인 양

그림 1의 구동 파형에서 방전 유지 전압의 인가에 따라 급격한 147nm VUV의 증가와 약 0.8 usec의 시상수를 갖는 지수 함수적인 감소를 보이고 있으며, $Xe^*(^3P_1)$ 과 Xe^+ 으로부터 형성되는 Xe_2^+ 에 의한 173nm VUV의 경우는 147nm의 경우보다 더딘 증가와 감소를 보이고 있다.

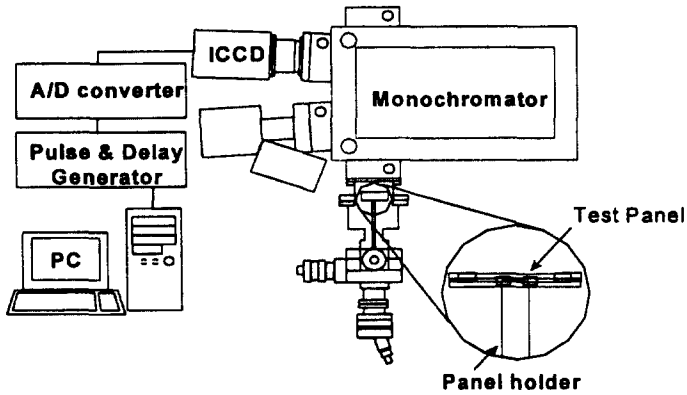


그림 5 VUV 분광 실험 장치 개략도

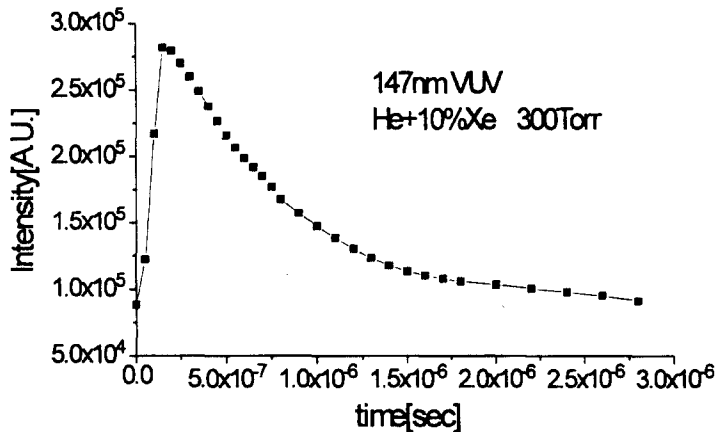


그림 6 147nm VUV의 시간에 따른 세기 변화

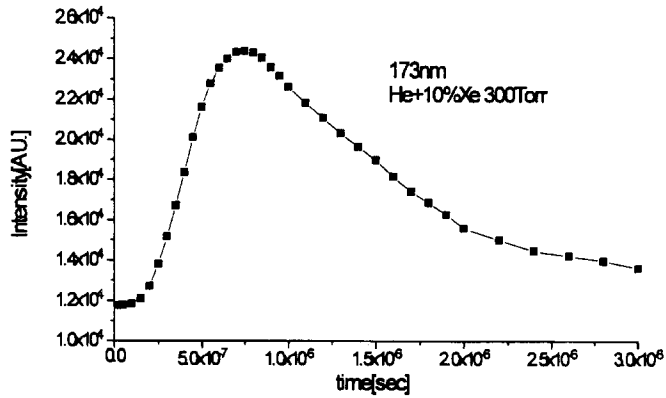


그림 7 173nm VUV의 시간에 따른 세기 변화

V. 결론

2차원 다중 유체식을 사용하여 표면 방전형 AC PDP 셀 내에서 형성되는 플라즈마 내에 존재하는 하전 입자와 여기 입자 및 벽전하들의 시공간 분포를 해석하였다. 이러한 해석으로부터 하전 입자와 여기 입자들의 시공간 분포가 그들의 특성에 따라 다르게 특성을 보이고 있으며, Xe⁺형성의 주된 반응은 전자의 충돌에 의한 이온화 반응으로 해석되었다. ICCD에 의한 147nm VUV의 시간에 따른 특성은 급격한 증가와 약 0.8usec 의 지수 함수적 감쇠 시간을 나타내었다.

참고문헌

- [1] A. L. Schmeltekopf and F. C. Fehsenfeld, J. Chem. Phys., vol.53, Num.8, pp3173-3177, Oct. 15, 1970
- [2] W. P. Sholette et al, J. Chem. Phys. ,vol.36, pp 3368-3373, Num.12, June 15, 1962
- [3] Herman V. Boenig, "The Second Annual International conference of PLASMA CHEMISTRY and TECHNOLOGY", TECHNOMIC, 1984
- [4] Kyung Cheol Choi, Ki-Woong Whang, IEEE Transaction on Plasma Science, Vol. 23, No.23, pp399-404, June. 1995.