

AC PDP에서 1차원 수치해석을 통한 방전 특성 연구

이주희 *서정현 이석현
 인하대학교 *인천대학교

An Analysis on the Discharge Characteristics through 1-D Numerical Simulation in an AC PDP

J. H. Lee *J. H. S S. H. Lee
 Inha University *Incheon University

Abstract - In this paper, we analyze on the discharge characteristics through 1-D simulations in an ac plasma display panel discharge cell. The model is based on a Poisson' equation, continuity and drift-diffusion equation. Results are presented in a 95% neon, 5% xenon gas mixture, for a gap length of 100us and a gas pressure of 400Torr at ambient temperature. Results for other gap length are also discussed.

As a result, an increase of the gap cause increase of luminous efficiency but with larger sustaining voltage.

1. 서 론

PDP는 기체 방전 시에 생기는 플라즈마로부터 나오는 빛을 이용하여 문자 또는 그래픽을 표시하는 디스플레이 소자로써 40인치 이상의 대형화와 감라화가 가능하며 넓은 시야각을 갖는 등 다른 디스플레이 소자와는 구별되는 장점을 가지고 있다. 그러나 PDP가 좀더 확실하게 경쟁력을 가지려면 휘도, 효율, 수명 등 개선되어야 할 점들이 있다. 그동안의 연구로 휘도와 수명면에서는 많은 진척이 있었다. 그러나 효율에서는 여전히 CRT에 비해 크게 떨어지고 있다. 현재 CRT의 경우는 효율이 5lm/W인데 비해 PDP의 경우는 겨우 1~1.2lm/W 정도이다. 따라서 PDP에서 효율 개선은 가장 중요한 문제점 중에 하나이다.

본 논문에서는 1-D 수치해석을 이용하여 방전 효율을 증가시키기 위해서 gas gap의 길이를 변화시키며 효율의 메커니즘을 규명하는데 중점을 두었다.

2. 본 론

2.1 수치해석 모델

그림 1은 본 수치해석에서 사용하는 표준적인 전극구조를 나타내고 있다. 그리고 본 논문에서는 LFA(Local Field Approximation) 모델을 이용하여 수치해석을 수행하였고, LFA 모델은 아래식과 같다.

$$(1) \quad \frac{\partial n_i}{\partial t} + \nabla \cdot (n_i u_i) = S_i$$

$$(2) \quad \frac{\partial M}{\partial t} = D_M \nabla^2 M + S_i$$

$$(3) \quad n_i u_i = \pm n_i \mu_i E - \frac{kT_i}{m v_m} \nabla n_i$$

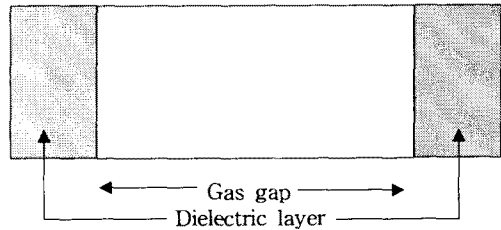


그림 1. 수치해석에 이용된 PDP cell

$$(4) \quad \nabla \cdot (\epsilon \vec{E}) = \sum_i q_i n_i$$

식(1)은 전자와 이온에 대한 연속방정식이고, 식(2)는 여기종의 경우에 해당되는 연속방정식이다. 식(3)은 drift-diffusion 근사화 방정식이고 식(4)는 포아송 방정식이다.

그리고 Ne의 경우에는 6개의 에너지 준위 모델 (Ne(ground), Ne*, Ne2*, Ne3*, Ne4*, Ne5*)을 사용하였고, Xe의 경우에는 147nm, 150nm, 173nm를 자세히 기술하기 위해 8개의 에너지 준위 모델(Xe(ground), Xe*, Xe2*, Xe*(3P1), Xe*(3P2), Xe**, Xe2*(1u0-, nu approx 0), Xe2*(0u+, nu approx 0))을 사용하였다.

2.2 수치해석 결과

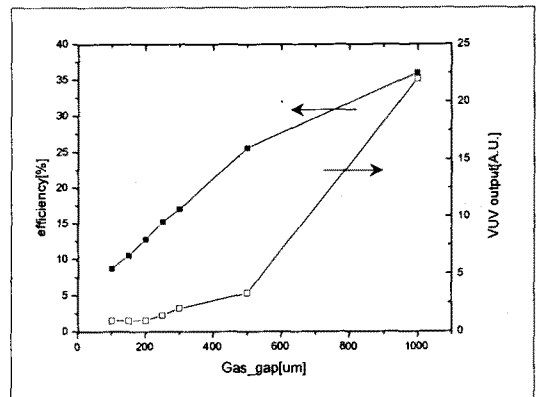


그림 2. Gas gap에 따른 휘도와 효율 특성

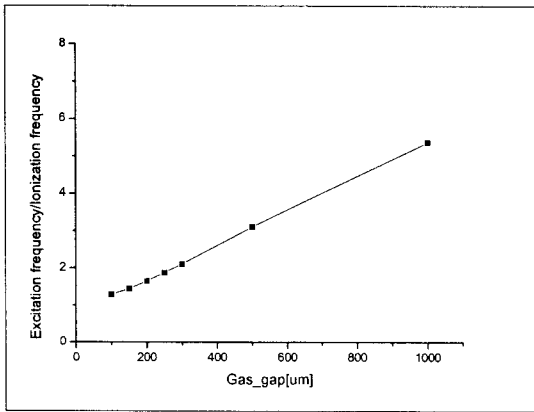


그림 3. Gas gap에 따른 여기율/이온화율의 변화

그림 2는 gas gap을 변화시키면서 계산한 효율과 휘도 특성을 나타낸 그래프이다. gas gap이 증가하면서 효율과 휘도 모두 향상되는 결과를 얻었다. Gas gap을 증가시킬수록 발광 면적 또한 넓어지므로 더 많은 발광에 의해 휘도는 증가하게 된다. 그림 3은 gas gap에 따른 여기율/이온화율의 변화를 나타낸 그래프이다. 이 그림을 보면 알 수 있듯이 gas gap의 크기가 증가할수록 전자는 원자의 이온화보다는 Xe 원자를 여기시키는데 더 많은 에너지를 쓰게 되고 VUV 생성이 효율적으로 생성됨을 알 수 있다. 이로 인해 효율은 증가하게 된다.

그러나 그림 4에서 보면 알 수 있듯이 Gas gap이 커지면 방전전압이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. 그 이유 그림 5와 그림 6을 비교해 보면 알 수 있듯이 이차 전자 방출에 중요한 역할을 하는 Ne이온의 양이 줄어들었기 때문이다.

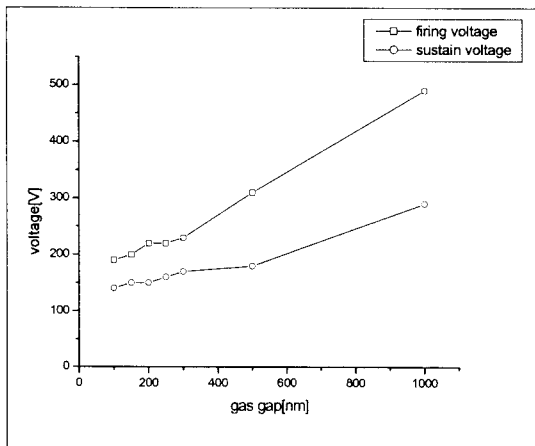


그림 4. Gas gap에 따른 전압 특성

정확한 에너지 전달 경로를 이해함으로써, 어떤 부분에서 에너지 효율을 향상시킬 수 있는지를 알 수 있기 때문에 에너지 흐름도를 도시한다.

그림 5는 gas gap이 100um의 조건에서 한 주기 동안에 인가된 전력이 각 부분에 소모되는 과정을 도시한 것

이다. 이온은 전체 에너지의 70.8%를 소모하였으며 전자는 28.8%를 소모하였다.

그림 6은 gas gap이 500um의 조건에서의 에너지 소모 과정이다. 이 경우 이온은 전체 에너지의 56.03%를 소모하였으며 전자는 43.97%를 소모하였다. Xe 여기종의 경우를 보아도 gas gap이 100um의 경우보다는 500um의 경우에 에너지를 더 많이 소모하였다.

여기에서 보면 이온보다는 전자가 에너지를 많이 얻도록 하고, 에너지를 얻은 전자는 많은 양의 에너지를 Xe의 여기종을 생성하는데 소모하게 하여야 효율이 향상됨을 알 수 있다.

아래 식은 그러한 관계를 잘 나타내어 주고 있다.

$$\rho_{VUV} \propto \rho_{exc} = \frac{W_{exc}}{W_{tot}} = \frac{W_{ele}}{W_{tot}} \times \frac{W_{exc}}{W_{ele}}$$

W_{tot} : total input power

W_{ele} : total deliverce to electron

W_{exc} : power consumed for excitation

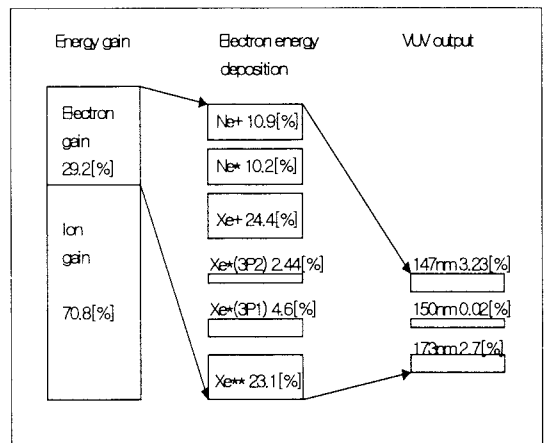


그림 5. 인가된 전력의 소모경로

Ne-Xe(5%), 400 Torr, gas gap 100us

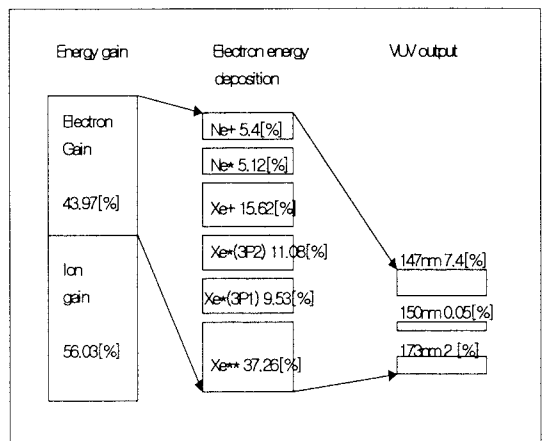


그림 6. 인가된 전력의 소모경로

Ne-Xe(5%), 400 Torr, gas gap 500us

3. 결 론

에너지 전달 과정을 분석한 결과 전자가 얼마나 많은 에너지를 얻고, 전계로부터 얻은 에너지를 얼마나 많이 Xe의 여기중 생성에 사용하는가가 효율을 결정하는 주된 요인임을 확인하였다.

수치해석 결과 gas gap을 변화시키면서 효율과 휘도를 해석한 결과 gas gap의 크기가 증가할수록 효율과 휘도 모두 상승된다는 결과를 얻었다. 그러나 gas gap의 크기가 증가할수록 전압이 상승된다는 문제점이 있으므로 셀 설계시 방전 전압은 높이지 않으면서도 cell의 크기를 키울 수 있도록 하는 것이 필요하다고 생각된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 서정현, "교류형 플라즈마 표시기에서의 He-Ne-Xe 혼합가스의 방전특성 연구", 서울대학교 대학원 공학박사 학위논문, 2000
- [2] Jeong Hyun Seo, "Discharge Efficiency Analysis of an AC PDP by Numerical Simulation", IDW, 1999
- [3] Boeuf "Numerical model of an ac plasma display panel cell in neon-xenon mixtures", J.Appl.Phys, 1995
- [4] 배현숙, "교류형 플라즈마 표시기에서 수치 해석을 통한 방전 특성 분석", 서울대학교 대학원 공학박사 학위논문, 2003