

AC-PDP세포에서 방전특성량계산

최향미, 오철수, 김문옥

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학분야를 개척하며 최신과학기술의 성과를 인민경제에 널리 받아들이기 위한 연구사업을 전망성있게 하여야 합니다.》(《김일성전집》 제72권 292페이지)

최근 세계적으로 다매체 및 고해상도TV(HDTV)가 개발되면서 대형평판표시장치들이 널리 개발도입되고있으며 해상도가 높고 대형표시가 가능한 전망적인 기억표시장치의 하나인 플라즈마영상표시장치(PDP)에서 일어나는 물리적과정에 대한 모의연구들이 광범히 진행되고있다. 특히 여러가지 기체와 압력, 구동임펄스너비에 따르는 방전특성량분포를 계산하여 PDP에서의 방전현상을 그대로 모의함으로써 PDP의 발광효율을 개선하기 위한 최적조건을 얻어내고있다.

우리는 AC-PDP에서 표류-확산근사모형을 리용하여 방전유지임펄스지속시간동안 나타나는 방전특성량분포를 계산하였다.

1. 계산모형과 방정식계

AC-PDP에서 방전세포모형은 그림 1과 같다.

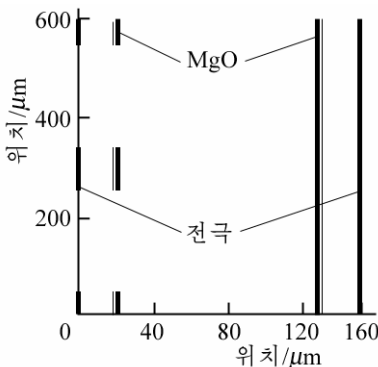


그림 1에서 보는바와 같이 PDP세포의 길이와 너비는 각각 160, 600 μm 이며 극간거리는 100 μm 이다.

PDP연구에서는 표류-확산근사와 국부마당근사모형이 리용되고있다.[1, 2] 표류-확산근사모형에서는 전자에 네르기평형방정식을 고려하며 수송결수들을 전자의 평균에네르기함수로 고찰한다. 국부마당근사(LFA)모형에서는 열전도에 의한 전자에네르기의 재분배를 고려하지 않으며 수송결수들을 국부마당의 함수로 고찰한다.

우리는 표류-확산근사모형을 리용하여 모의하였다. 그것은 국부마당근사모형이 전기마당효과만을 고려하기때문에 방전현상을 파대평가하여 모의결과의 정확도가 낮아지며 전기마당과 전자밀도구배가 공간적으로 크게 변하므로 전자에네르기를 재분배하여야 하기때문이다.

모의에서 리용한 전자와 양이온의 연속방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial n_e}{\partial t} + \nabla \cdot [n_e \bar{v}_e] = S_e \quad (1)$$

$$\frac{\partial n_p}{\partial t} + \nabla \cdot [n_p \bar{v}_p] = S_p \quad (2)$$

여기서 \bar{v}_e , \bar{v}_p 은 각각 전자와 양이온의 평균속도, S_e 와 S_p 는 전자와 양이온의 생성률이다.

에너지 평형 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial(3kT/2)}{\partial t} + v \cdot \nabla(3kT/2) + kT \nabla \cdot v - \frac{1}{n} \nabla \cdot [\kappa \nabla(kT)] = - \left(\frac{2m}{M} \right) \bar{v}_m (3kT/2) + m \bar{v}_m v^2 - \sum_j \bar{v}_j \varepsilon_j \quad (3)$$

여기서 κ 는 열전도도, \bar{v}_j 은 이온화 및 러기를 위한 충돌주파수, ε_j 는 이온화 및 러기를 위한 에너지한계, M 은 원자질량이다.

표류-확산근사에 기초한 전자와 양이온의 운동량수송방정식은 다음과 같다.

$$n_e \bar{v}_e = -\frac{5}{3} n_e \mu_e E - \frac{5}{3} \frac{D_e}{\varepsilon} \nabla(n_e \varepsilon) - \frac{5}{3} \frac{D_e n_e}{\varepsilon} \nabla \varepsilon \quad (4)$$

$$n_p \bar{v}_p = n_p \mu_p E - D_p \nabla n_p \quad (5)$$

여기서 μ_e, μ_p 는 전자 및 양이온의 이동도, D_e, D_p 는 전자 및 양이온의 자유확산계수이다.

한편 맥스웰방정식은 다음과 같이 표시된다.

$$\nabla \cdot [\varepsilon \nabla v] = -e[n_p - n_e] \quad (6)$$

여기서 ε 은 유전률이고 e 는 단위전하이다.

식 (1)-(6)을 리용하여 작성한 계산알고리즘은 그림 2와 같다.

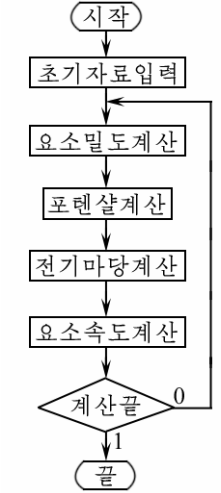


그림 2. 계산알고리즘

2. 계 산 결 과

AC-PDP방전세 포에서 초기값들은 방전유지임펄스작용시간 $3\mu s$, Ar기체압력 $67kPa$, 온도 $300K$, 이온화계수 $0.453 \cdot 10^{-5}/cm$, 진공속에서의 유전률 $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$, 전자와 양이온의 이동도 $\mu_e = 245 \cdot 300$, $\mu_p = 1 \cdot 277.05(V \cdot s)/cm^2$ 로 설정하였다.[3, 4]

전자와 양이온의 확산계수는 아인슈타인관계식으로 계산하였다.

$$D = (k \cdot T \cdot \mu) / e \quad (7)$$

초기 전자와 양이온의 밀도분포는 다음과 같다.

$$n_e(x, 0) = n_e(0, 0) \cdot \exp(\alpha x) \quad n_p(x, 0) = n_p(0, 0) \cdot [\exp(\alpha x) - 1]$$

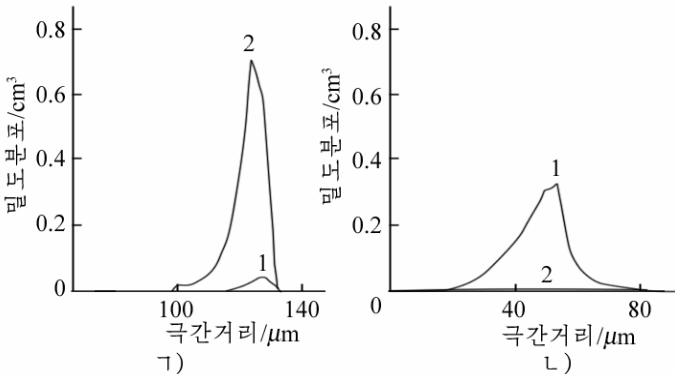


그림 3. AC-PDP방전세 포에서 전자(1)와 양이온(2)의 밀도분포
 ㄱ) $6.5ns$, ㄴ) $5\mu s$

방전임펄스지속시간동안 AC-PDP방전세 포에서 전자 및 양이온의 밀도분포는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 초기에는 주소전극(양극)근방에 립자들이 집중되어있으며 이온밀도가 전자밀도보다 훨씬 크다는것을 알수 있다. 그러나 시간이 지남에 따라 이온밀도는 거의 령으로 다가가고 전자밀도가 커지며 전자, 양이온들이 음극쪽으로 이동한다.

AC-PDP방전세포에서 포텐셜 및 전기마당분포는 그림 4, 5와 같다.

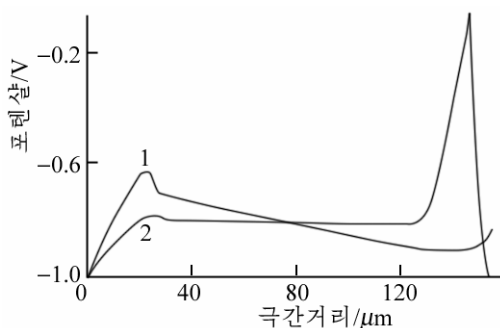


그림 4. AC-PDP방전세포에서 포텐셜분포 1, 2는 임펄스지속시간이 각각 22, 37ns인 경우

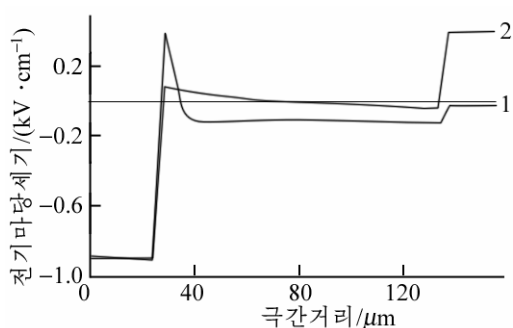


그림 5. AC-PDP방전세포에서 전기마당분포 1, 2는 임펄스지속시간이 각각 22, 37ns인 경우

그림 4에서 보는바와 같이 방전세포에서 방전유지임펄스작용시간동안 음극근방에서는 포텐셜분포곡선의 경사도가 크고 양극쪽으로 가면서 작아진다는것을 알수 있다. 이것은 방전유지임펄스가 작용하여 양극근방에서 대전립자수가 증가되는것과 관련된다.

그림 5에서 보는바와 같이 방전세포에서 전기마당세기는 음극근방에서 급격히 변하고 양극근방에서는 변화가 거의 없다는것을 알수 있다.

맺 는 말

표류－확산근사모형을 리용하여 AC-PDP세포에서 방전특성량들을 계산하기 위한 모형과 방정식계를 구성하고 알고리즘을 작성하였다. 모의결과 방전유지임펄스작용시간동안에 AC-PDP세포에서 방전이 유지된다는것을 확정하였다.

참 고 문 헌

- [1] G. Veronis et al.; IEEE Transactions on Plasma Science, 33, 2, 516, 2005.
- [2] M. F. Gillies et al.; J. Appl. Phys., 31, 6315, 2002.
- [3] Sourabh Bisht et al.; Plasma Applications for Environmental Protection, 3, 5, 77, 2014.
- [4] K. Yanallah et al.; Plasma Sources Sci. Technol., 21, 045007, 2012.

주체105(2016)년 4월 5일 원고접수

Computation of Discharge Characteristic Quantities in AC-PDP Cell

Choe Hyang Mi, O Chol Su and Kim Mun Ok

We constructed the model and the equation system using drift-diffusion approximate model and made algorithm in order to calculate the discharge characteristic quantities in AC-PDP cell. As the simulation result, we confirmed that the discharge was sustained during the discharge sustaining impulse in AC-PDP cell.

Key words: drift-diffusion approximate model, discharge characteristic quantity, AC-PDP cell