

PDP와 LCD에서의 가스방전 패널에 대한 기초연구

송병두, 하성철, 전병훈*

동국대학교, 중부대학교*

Basic study on the gas discharge panel for LCD and PDP

Byoung-doo Song, Sung-chul Ha, Byung-hoon Jeon*

Dongguk Univ., Joongbu Univ.*

Abstract

This paper describes the information for quantitative simulation of weakly ionized plasma. We should grasp the meaning of the plasma state condition to utilize engineering application and to understand materials of plasma state. In this paper, electron swarm parameter in He+Xe and Ar+He mixture gas calculated for range E/N values 0.01~500 [Td] at the temperature is 300 [K] and pressure is 1 [Torr], using a set of electron collision cross sections determined by the authors, and using a method of Backward Prolongation by two term approximation Boltzmann equation method, for basic study on the gas discharge panel.

Key Words : BEq(볼츠만 방정식), electron collision cross section, W , $N \cdot D_L$, D_L/μ , $N \cdot D_T$, D_T/μ

1. 서론

최근 차세대 디스플레이로 종전의 CRT 방식의 단점을 개선한 LCD, PDP, 유기EL 등, 다양한 디스플레이 패널이 개발되어 상용화되고 있다. 이러한 차세대 디스플레이 패널의 제조 공정에 사용되는 가스의 특성에 따라 셀 소자의 발광특성, 명암도 및 잔상, 출력 및 발광효율이 결정된다. 따라서 이러한 차세대 디스플레이 공정에 사용되는 가스의 특성을 파악하는 것이 무엇보다도 중요하다.[1]

본 논문에서는 이러한 차세대 디스플레이의 가스방전 패널이 이용되는 가스의 정확한 단면적을 구하기 위하여 He와 Ar 가스를 Xe 가스와 1, 5, 10%로 혼합하여 온도 300 [K], E/N=0.01~500 [Td], 압력 1 [Torr] 범위에서 볼츠만 2항근사 방정식을 이용하여 전자수송계수를 구하였다.

2. 볼츠만 2항근사 방정식

기체중의 방전현상을 원자론 적인 입장에서 보면, 상호 충돌을 되풀이하는 하전입자 즉 전자, 원자, 분자, 이온에서 성립되며, 이들 하전입자는 전자군의 속도와 위치 및 시간에 따라 분류할 수 있

는데, 하전입자가 열평형 상태에 있는 경우를 제외하고 전자의 운동 중 충돌에 의한 임의의 속도와 임의의 위치에 있는 전자의 수가 시간에 따라 어떻게 변화하는가를 결정하는 것이다.

전자군의 임의의 위치와 속도 및 시간의 함수인 전자수 밀도는 위치변화에 따른 밀도의 변화, 그리고 충돌로 나타나는 속도의 변화에 의한 밀도의 변화로 나타낼 수 있고, 이것을 식으로 표현한 것이 볼츠만 방정식(Boltzmann Equation)이다.[2]

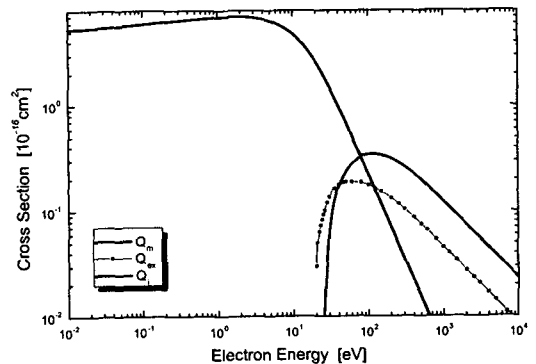


그림 1 He 가스의 전자충돌단면적
Fig. 1 The set of electron collision cross section for Helium gas

3. 전자 충돌 단면적

그림 1, 2, 3에 본 연구에 사용된 각각의 가스에 대한 전자충돌단면적을 나타내었다. 전자충돌단면적은 전자의 특성을 파악하는 중요한 기초자료이며, 그림에 나타난 바와 같이 운동량단면적 Q_m 과 여기단면적 Q_{ex} , 전리단면적 Q_i 로 구성되어 있고, Ar과 Xe에서는 운동량단면적 Q_m 에 Ramsauer Townsend Minimum (RTM)이 나타나고 있다.[3]

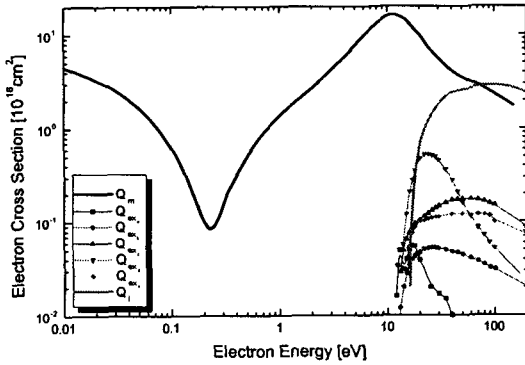


그림 2 Ar 가스의 전자충돌단면적
Fig. 2 The set of electron collision cross section for Argon gas

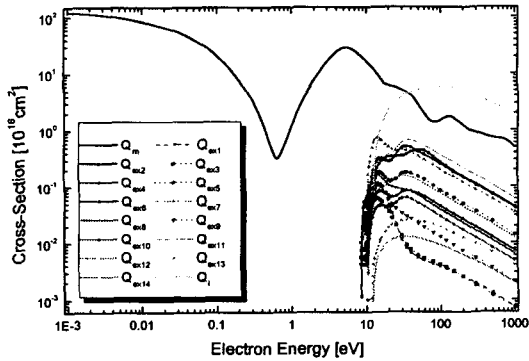


그림 3 Xe 가스의 전자충돌단면적
Fig. 3 The set of electron collision cross section for Xenon gas

3. 결과 및 고찰

3.1 전자기동속도

그림 4는 He 가스에 각각 1, 5, 10%의 Xe 가스를 혼합하였을 때의 전자기동속도를 나타낸 것이며, 그림 5는 Ar 가스에 같은 비율로 Xe 가스를 혼합하였을 때의 전자기동속도를 나타낸 것이다.

He-Xe 혼합가스에서만 약간의 차이가 나타났을 뿐 전자기동속도는 두 혼합가스 모두 혼합비율에 따른 차이가 거의 없는 것을 확인하였다.

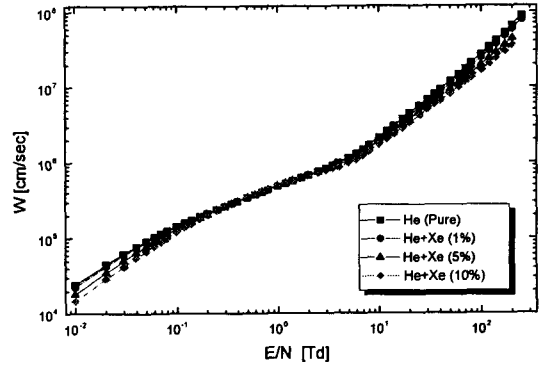


그림 4 He-Xe 혼합가스의 전자기동속도
Fig. 4 The electron drift velocity in He-Xe gas mixtures

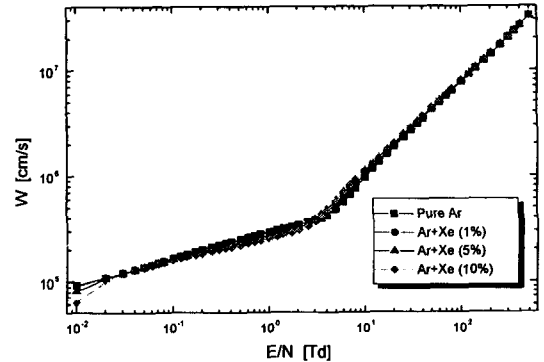


그림 5 Ar-Xe 혼합가스의 전자기동속도
Fig. 5 The electron drift velocity in Ar-Xe gas mixtures

3.2 종방향 확산계수

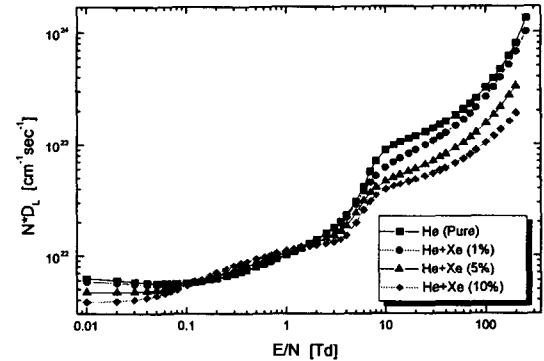


그림 6 He-Xe 혼합가스에서의 종방향확산계수와 분자수밀도와와의 곱
Fig. 6 The product of the gas number density and the longitudinal diffusion coefficient in He-Xe gas mixtures

그림 6은 He 가스에 각각 1, 5, 10%의 Xe 가스를 혼합하였을 때의 종방향확산계수와 분자수밀도와의 곱을 E/N 함수로 나타낸 것이며, 그림 7은 Ar-Xe 혼합가스에 대해 나타낸 것이다. 그림7의

Ar-Xe 혼합가스에서는 He-Xe 혼합가스에서 볼 수 없었던 운동량 변환 단면적의 Ramsauer Townsend Minimum (RTM)의 영향에 의한 부구배 (Negative Differential Conductivity, NDC) 현상이 나타났다.[4]

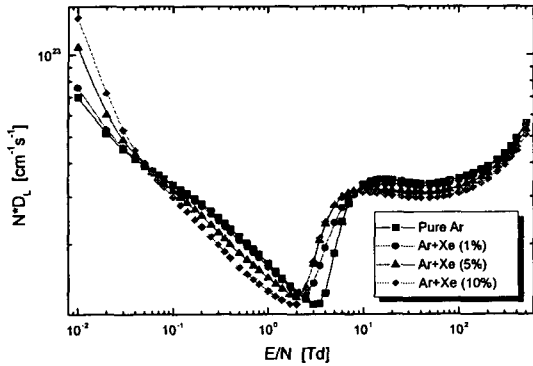


그림 7 Ar-Xe 혼합가스에서의 종방향확산계수와 분자수밀도와의 곱
Fig. 7 The product of the gas number density and the longitudinal diffusion coefficient in Ar-Xe gas mixtures

3.3 횡방향 확산계수

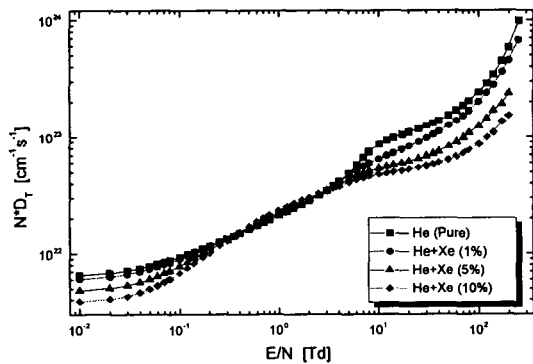


그림 8 He-Xe 혼합가스에서의 횡방향확산계수와 분자수밀도와의 곱
Fig. 8 The product of the gas number density and the transverse diffusion coefficient in He-Xe gas mixtures

그림 8은 He 가스에 각각 1, 5, 10%의 Xe 가스를 혼합하였을 때의 횡방향확산계수와 전자수밀도와의 곱을 E/N 함수로 나타낸 것이며, 그림 9는 Ar-Xe 혼합가스에 대해 나타낸 것이다. 그림 8의 He-Xe 혼합가스에서는 횡방향확산계수가 E/N에 따라 지속적으로 증가하는 것으로 나타났으나, 그림 9의 Ar-Xe 혼합가스에서는 앞에서 보여준 종방향확산계수에서처럼 운동량 변환 단면적의 Ramsauer Townsend Minimum (RTM)의 영향에

의하여 E/N 전 영역에 걸쳐 확산계수가 감소하는 부구배 (Negative Differential Conductivity, NDC) 현상이 나타났다.[5]

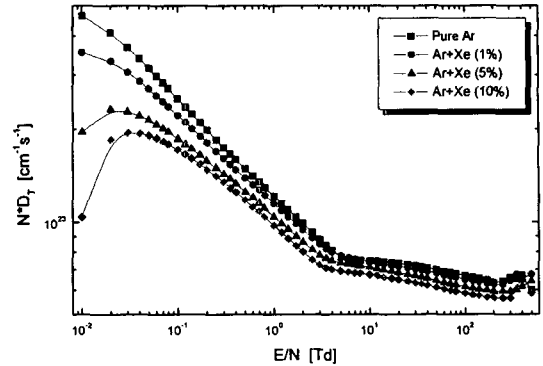


그림 9 Ar-Xe 혼합가스의 횡방향확산계수와 분자수밀도와의 곱
Fig. 9 The product of the gas number density and the transverse diffusion coefficient in Ar-Xe gas mixtures

3.4 종방향 특성에너지

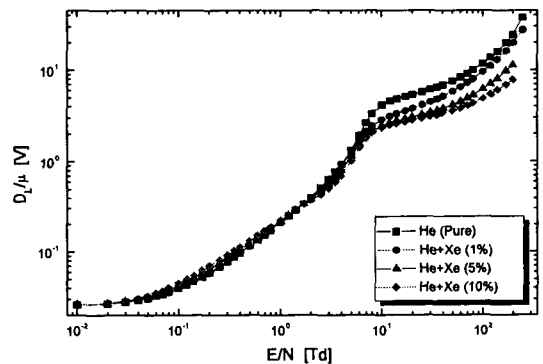


그림 10 He-Xe 혼합가스의 종방향 특성에너지
Fig. 10 The longitudinal characteristic energy in He-Xe gas mixtures

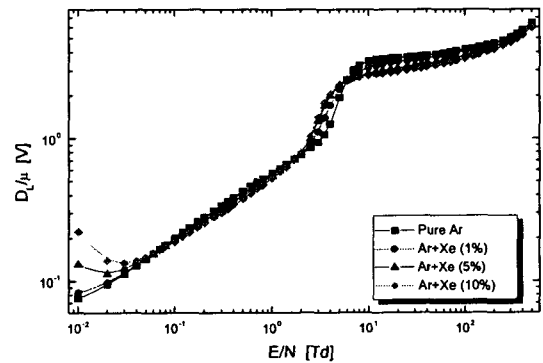


그림 11 Ar-Xe 혼합가스의 종방향 특성에너지
Fig. 11 The longitudinal characteristic energy in Ar-Xe gas mixtures

그림 10은 He 가스에 각각 1, 5, 10%의 Xe 가스를 혼합하였을 때의 종방향확산계수를 이동도의 비율로 나눈 특성에너지를 E/N 합수로 나타낸 것이며, 그림 11은 Ar-Xe 혼합가스에 대해 나타낸 것이다. 순수 Xe 가스는 0.1 [Td]부근에 매우 큰 NDC 현상이 나타나지만, 혼합비율이 낮아 Xe 가스의 NDC 현상은 나타나지 않았다.

3.5 횡방향 특성에너지

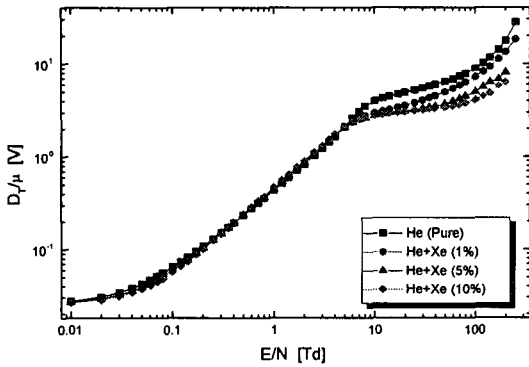


그림 12 He-Xe 혼합가스의 횡방향 특성에너지
Fig. 12 The transverse characteristic energy in He-Xe gas mixtures

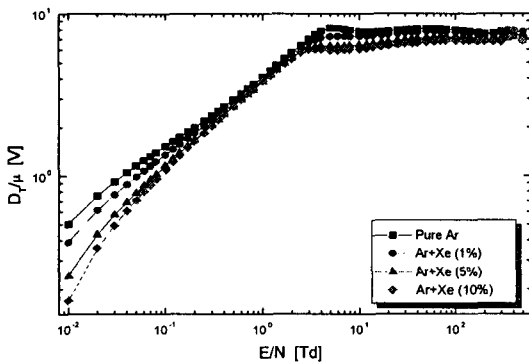


그림 13 Ar-Xe 혼합가스의 횡방향 특성에너지
Fig. 13 The transverse characteristic energy in Ar-Xe gas mixtures

그림 12는 He 가스에 각각 1, 5, 10%의 Xe 가스를 혼합하였을 때의 횡방향확산계수를 이동도의 비율로 나눈 특성에너지를 E/N 합수로 나타낸 것이며, 그림 13은 Ar-Xe 혼합가스에 대해 나타낸 것이다. 특성에너지 결과를 통해 He-Xe 혼합가스의 경우 E/N이 높은 영역에서, Ar-Xe 혼합가스의 경우 E/N이 낮은 영역에서 혼합비율에 따른 차이가 나타나는 것을 확인하였다.

4. 결론

He과 Ar 그리고 Xe의 전자충돌단면적을 이용하여 온도 300[K], 압력 1 [Torr], E/N=0.01~500 [Td]의 범위에서 각각 1, 5, 10%, 혼합비율에 따라 He-Xe와 Ar-Xe 혼합기체의 전자수송특성을 파악하기 위해 2항근사 볼츠만 방정식을 이용한 수치 해석결과, He-Xe와 Ar-Xe 혼합가스는 이동속도에서 두 혼합가스 모두 혼합비율에 따른 차이가 거의 나타나지 않았으며, 확산계수에서 Ar-Xe 혼합가스는 He-Xe 혼합가스와는 달리 운동량변환단면적의 Ramsauer Townsend Minimum (RTM)의 영향에 의하여 부구배 (Negative Differential Conductivity, NDC) 현상이 나타났으며, He-Xe 혼합가스는 높은 에너지 영역에서 혼합비율에 따른 영향을 받았으나, Ar-Xe 혼합가스는 낮은 에너지에서 혼합비율에 따른 영향이 나타나는 것을 확인하였다. 특성에너지에서는 NDC 현상이 나타나지는 않았으나 확산계수의 영향으로 He-Xe 혼합가스의 경우 낮은 에너지범위에서 Ar-Xe 혼합가스의 경우 높은 에너지범위에서 혼합비율에 따른 차이가 나타나는 것을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] T. Kamegaya, H. Matsuzaki, "Basic Study on the Gas-Discharge Panel for Luminescent Color Display", IEEE Transaction on electron devices, Vol. ED-25, No. 9, Sep., 1978.
- [2] 電氣學會 技術報告, "氣體放電 シミュレーション 技法", 第140号, 1974.
- [3] H. Itoh, and T. Musha, "Monte Carlo Calculations of Motion in Helium", J. Phys. Soc. Japan, Vol. 15, No. 9, pp. 1675-1680, 1960.
- [4] L. S. Frost and A. V. Phelps, "Momentum-transfer cross section for slow electrons in He, Ar, Kr and Xe", Phys. Rev. A1538-45, 1964.
- [5] 송병두 외, "볼츠만 방정식을 이용한 Xe 가스의 전자기동속도 해석", 한국전기전자재료학회 춘계학술대회논문집, pp. 201 -203, 2001.