

ac PDP에서 미량 불순물 가스가 광학적 및 전기적 특성에 미치는 영향

허정은*, 김영기*, 최준영*, 김준연*, 신중훈**, 이호준*, 박정후*
 *부산대학교 전기공학과, ** 동의대학교 전기공학과

The Effect of a small amount of Impurity gas on Luminance/Discharge Characteristics of AC PDP

Jeong-Eun Heo*, Young-Kee Kim*, Joon-Young Choi*, Joon-Yeon Kim*,
 Joong-Hong Shin**, Ho-Jun Lee*, Chung-Hoo Park*

* Dept. of Electrical Engineering, Pusan National Univ.

**Dept. of Electrical Engineering, Dong-Eui Univ.

Abstract - ac PDP 동작에 있어 미량의 불순물 가스는 panel 내의 휘도 및 방전 특성에 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다. O₂, O, C 및 H₂와 같은 불순물 가스는 ac PDP의 제조 공정 중에 발생하거나, 충전된 방전 가스에 혼합되어 발생하는 등 여러 가지 원인으로 나타난다.

이 논문에서는, ac PDP의 동작 가스 중에 미량의 불순물 가스(Ar, N₂, O₂, H₂, CO₂)를 주입하여, 이 미량의 불순물 가스로 인한 ac PDP의 휘도 및 방전의 특성 변화에 대한 관계를 조사하였다. 그 결과, O₂ 가스의 분압이 2×10⁻³/He+Ne+Xe(4%)일 경우, 방전전압은 12% 증가하였고, 휘도는 60% 감소하였다. 또한, CO₂ 가스의 경우는 방전전압은 14% 증가하였고, 휘도는 44% 감소하였다.

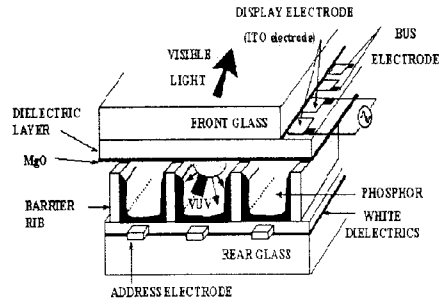


그림 1. AC PDP의 개략도

Fig. 1 The schematic diagram of AC PDP

1. 서 론

Plasma Display Panel(PDP)은 저기압 방전을 이용한 화상표시 display로서, 40인치 이상의 대화면 제작이 가능하다. PDP의 가장 큰 장점은 제작구조가 간단하고, 160°이상의 넓은 시야각을 가진다는 것에 있다. 하지만, 아직 cost의 저감과 효율 향상 및 장수명화의 문제가 남아있다.

ac PDP의 사용가스는 방전 자외선 변환효율을 크게 하는 것이 중요하며 이를 위해, 강한 자외선을 방출하여 고휘도·고효율을 얻어야 하고 또한, 화학적으로 분해·흡착하지 않고 안정해야 하며, 가시광 방출이 적고 자외선 파장이 길어 형광체의 노화를 방지하는 가스를 사용해야 한다. [1]

ac PDP 동작에 있어 미량의 불순물 가스는 panel 내의 휘도·효율 및 방전 특성에 많은 영향을 미칠 것으로 생각된다.

O₂, O, C 및 H₂와 같은 불순물 가스는 ac PDP의 제조 공정 중에서 발생하거나, 충전된 방전가스 자체에 혼합되어 있기도 하며, 동작 중에 MgO 및 DC PDP의 금속전극이 동작 중에 가열되어 불순물 가스가 방출이 되는 등 여러 가지 원인으로 나타난다. [2]

본 논문에서는, ac PDP의 동작 가스 중에 여러 미량의 불순물 가스를(Ar, N₂, O₂, H₂, CO₂)를 각각 주입하여, 이 미량의 불순물 가스로 인한 ac PDP의 휘도 및 방전의 특성변화에 대한 관계를 조사하였다.

2. 본 론

2-1 실험장치 및 방법

AC PDP의 기본구조는 그림 1과 같이 두 장의 유리 기판으로 구성되어 있으며, 상판과 하판으로 나누어진다. 상판에는 display 전극을 형성하고, 그 위에 유전층을 형성한 뒤, MgO 보호층을 형성한다.

하판은 상판의 display 전극과 수직으로 어드레스 전극을 설치하고 그 위에 white back을 도포한다. 이후 방전 셀 사이의 誤방전(cross-talk)을 방지하기 위하여 100µm정도 높이의 격벽(barrier)을 설치하고 그 사이에 R, G, B의 형광체를 채운다. 이 두 기판은 저융점 유리를 이용하여 서로 봉착한다. 기판의 한쪽에 5mm정도의 구멍을 뚫어서, 그 위에 배기용 유리관을 부착하고, 이 유리관을 통해서 기판을 가열하면서 충분히 진공 배기한 후, He-Xe, Ne-Xe, 혹은 He-Ne-Xe 등의 혼합 가스를 봉입한다. PDP는 혼합 가스 중 Xe에서 여기되는 147nm와 173nm의 VUV(Ultra-violet)가 형광체를 여기 시킴으로써 발생하는 가시광을 이용하는 구조로 되어 있다.

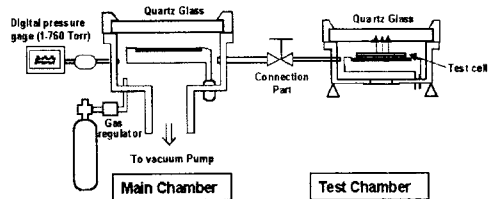


그림 2. 장치의 구성도

Fig. 2 The schematic diagram of test chamber

그림 2는 실험에 사용된 장치의 구성도이다.

Test Chamber는 Main Chamber 함께 Chamber 내의 불순물을 없애고 MgO의 열처리를 위해 350℃의 온도를 가하여 2시간 이상 초기 배기(10⁻⁷ torr by Molecular Pump)시킨 후, Dalton의 분압법칙에 따라

미량의 불순물 가스(Ar, N₂, O₂, H₂, CO₂)와 동작 가스(He + Ne30% + Xe4%)의 비 $2 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3}$ / He + Ne70% + Xe 4%를 Main Chamber로 주입한다. 그 후 Test Chamber의 connection valve를 열어 400Torr 가스를 주입되도록 하여 방전전압에 미치는 영향 및 휘도 효율에 미치는 영향을 조사하였다.

구동회로 부분은 signal 발생부와 전압 공급부 그리고 analog switching 부로 구성되어 있고, Feed through line을 통해 외부회로와 연결하여 Pulse 전원 공급과 방전전류 측정이 가능하게 고안하였다.

표1에서는 실험에서 제작된 ac PDP의 spec.을 나타내고 있다.

표 1. Test panel의 사양

패널 조건 He+Ne(30%)+Xe(4%) 400torr			
상 판		하 판	
유전층 두께	20 μ m	Add 전극 폭	100 μ m
전극 폭	310 μ m	W. B 두께	15 μ m
전극 간격	60 μ m	Rib 높이	130 μ m
		Rib pitch	360 μ m
		Rib 폭	60 μ m
		Phosphor 두께	30 μ m

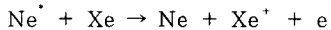
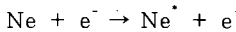
2-2 불순물 가스의 발생

ac PDP에 있어서 불순물 가스는 제조 과정 및 panel 동작 내에서 여러 가지 원인으로 발생한다.

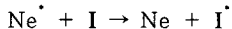
배기공정 과정에서 panel의 제품 완성후 불순물 가스가 오염물질로서 잔류하여 나타나고, 충전되어진 Ne + Xe 혼합가스같은 방전 가스에 불순물이 포함되어 있기도 하다. 예를 들면, 순도 99.99%가 가스를 사용하는 경우, 처음부터 100ppm의 불순물이 포함되어 있는 것이다. 또, 재료상에서 불순물을 방출하기도 하는데, barrier rib이나 유전체 등의 재료는 화학적 조성과 제조공정의 성질상 불순물 가스를 방출한다.

ac PDP 뿐 아니라 DC PDP의 금속전극이 동작 중 열처리 과정 중에 불순물 가스를 방출하기도 한다.

ac PDP는 plasma 중에서 다음의 process로 자유전자를 증가하며 방전을 지속한다.



그러나, 불순물 가스 I가 존재할 때에는 다음과 같은 상황이 발생한다.



불순물 가스는 준안정의 Ne 원자의 에너지를 포획하여 전자수의 증가를 방해하게 된다. 그런 이유로 방전의 지속에 충분한 전자를 확보하기 위해 방전 전압을 상승시켜야 만한다.

그 결과 발광효율이 저하하는 결과를 초래하게 될 것이라는 것이 예상된다.

3. 결 과

여러 미량의 불순물 가스가 ac PDP 동작에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

그림3은 미량의 불순물 가스를 $2 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3}$ 의 분압비로 주입하였을 때 방전전압의 변화를 나타낸다.

그림에서 볼 수 있는 바와 같이 O₂와 CO₂ gas를 주입하였을 때 전압상승의 변화가 큰 것으로 나타나진다.

O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 2×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 방전 전압은 각각 12%, 4%, 2.5%, -8%, 15% 폭으로 증가하였고, impurity gas의 분압이 10×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우의 O₂와 CO₂는 18% 및 25%이상의 전압이 상승함을 나타내었다.

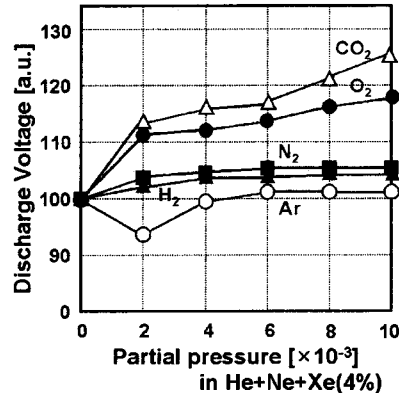


그림 3. 불순물 가스에 대한 방전전압의 변화
Fig.3 Effect of Impurity Gas on the Discharge Voltage of AC PDP

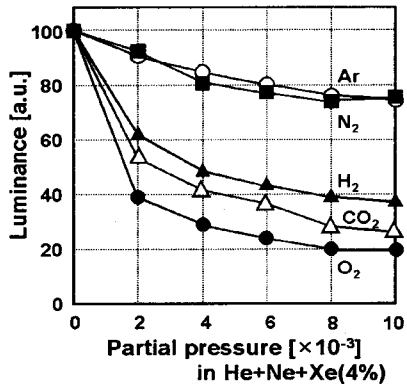


그림 4 불순물 가스가 휘도에 미치는 영향
Fig. 4 Effect of Impurity Gas on the Luminance of AC PDP

그림 4는 미량의 불순물 가스를 앞과 같은 분압비로 주입하여 방전을 하였을 때 휘도에 미치는 영향을 나타내었다.

O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 2×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 휘도는 각각 60%, 40%, 10%, 10%, 45% 감소하였다. 또, O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 10×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 휘도는 각각 80%, 62%, 25%, 25%, 75% 감소하였음을 보여준다.

그림 5는 여러 미량의 불순물 가스가 효율에 미치는 영향을 나타낸 그림이다.

O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 2×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 효율은 각각 50%, 32%, 8%, 8%, 36% 저하하였다. 그리고 impurity gas의 분압이 10×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 효율은 휘도의 감소와 비슷한 80%, 60%, 20%, 20%, 75%감소하였다.

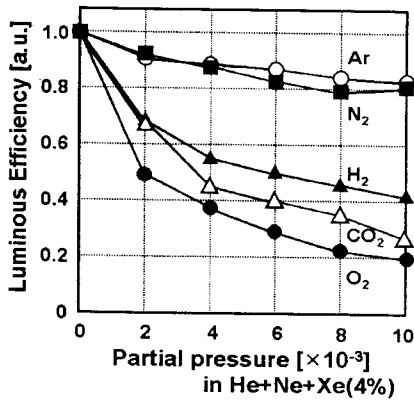


그림 5. 불순물 가스가 효율에 미치는 영향
Fig.5 Effect of Impurity Gas on the Luminous Efficiency of AC PDP

이 결과에서 알 수 있듯이, PDP에서 문제가 되는 가스는 산소를 포함하고 있는 가스로, H₂O(H₂+O), O₂, CO, CO₂ 등이다. 전리에 의해 발생한 전자는 기체 중에 산소, 수증기, Halogen 등이 있으며 이들을 부이온(negative ion)을 형성한다. ac PDP에서 특히 중요한 부이온은 O⁻ 및 O₂⁻ 등이다. 그러나, N₂는 부이온을 형성하지 않는 기체로 알려져 있다.

이런 부이온을 형성하는 불순물 가스는 전자의 전리작용을 감소시켜 방전개시전압을 상승시키며 방전 plasma를 약화시켜 광효율을 저하시키는 결과를 나타내게 된다. 이와 같이, 부이온이 원자 또는 분자에 부착하여 안정하게 존재하는 이유는 원자 혹은 분자가 갖는 에너지보다 전자가 부착한 경우 부이온의 에너지가 낮아지기 때문이라고 생각된다.

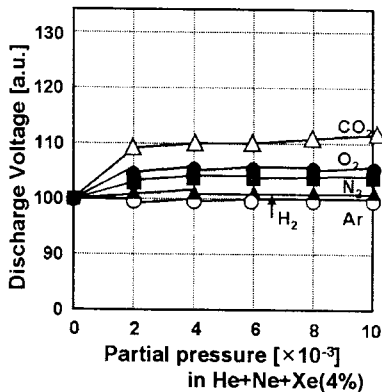


그림 6. He + Ne30% + Xe4% 400Torr 가스 교환 후 회복방전전압
Fig. 6 Recovery discharge voltage after gases were changed.

CO₂, O₂의 유기물계 가스의 경우, ion화 된 비교적 무거운 불순물 가스는 ac PDP MgO 막과 DC PDP의 금속전극을 sputter 하여 panel의 수명을 줄어지게 한다. [3]

특히, MgO에서 sputtering 현상에 의해 해리된 산소 원자는 방전 특성을 극히 저하하며 형광체도 열화할 가능성이 크다. 이러한 방전 억제 현상은 PDP 제작 초기에 MgO sputtering 현상이 가장 현저할 경우 심할 것으로 생각된다.

그림 6과 그림 7은 미량 불순물 가스로 방전실험을

한 후 순수 3원가스(He+Ne30%+Xe4%) 400Torr만을 다시 채운 후 방전전압과 휘도를 측정하여 나타낸 결과이다.

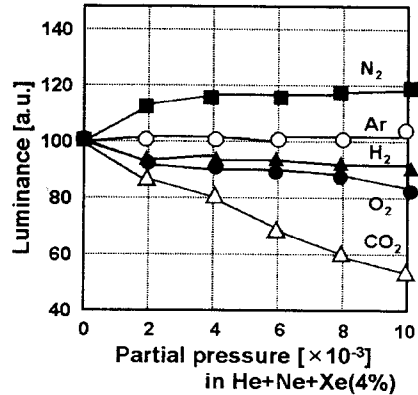


그림 7. He + Ne30% + Xe4% 400Torr 가스 교환 후 회복방전휘도
Fig. 7 Recovery discharge luminance after gases were changed.

방전전압은 Ar, N₂, H₂의 가스는 원래의 전압으로 회복되는 것을 볼 수 있다. 그러나, 산소를 포함한 O₂와 CO₂는 처음 전압에서 10%정도의 전압이 상승한 결과로 회복이 어려운 것을 나타낸다.

그리고, 회복 휘도의 결과에서 알 수 있듯이 부이온을 형성하지 않는 N₂나 Ar의 경우는 처음 휘도와 같은 값을 나타내거나 오히려 상승한 결과를 나타내었고, O₂와 CO₂의 가스는 휘도 회복이 불가능한 것으로 나타난 것을 알 수 있다. 이런 불순물 가스를 배기하기 위해서 ac PDP내에 O₂ 및 H₂ getter를 사용하면 방전 특성 및 수명 개선효과가 아주 클 것으로 생각된다.

4. 결 론

- (1) O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 2×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 방전 전압은 각각 12%, 4%, 2.5%, -8%, 15% 증가 하였다.
 - (2) O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 2×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 휘도는 각각 60%, 40%, 10%, 10%, 45% 감소 하였다.
 - (3) O₂, H₂, N₂, Ar, CO₂ impurity gas의 분압이 2×10^{-3} /He+Ne+Xe(4%) 인 경우, 효율은 각각 50%, 32%, 8%, 8%, 36% 저하 하였다.
- 그 원인은 O₂ 및 CO₂가 부이온 형성이 쉬운 gas로서 그 결과 방전 특성이 저하 하기 때문으로 생각된다. AC PDP내에 O₂ 및 H₂ getter를 사용하면 방전 특성 및 수명 개선효과가 아주 클 것으로 생각된다.

(참 고 문 헌)

- [1] Bernard W. Byrum, Surface Aging mechanisms of AC Plasma Display Panels, IEEE Trans. On Electron Devices, Vol. ED-22, No. 9, 685-691, 1975.
- [2] M. O. Aboelfotoh et al, Aging Characteristics of AC Plasma Display Panel, Proc. SID Vol.22/4, 219-227, 1981
- [3] M. O. Aboelfotoh et al, Influence of surface properties of mgO on the electrical characteristics of AC plasma display panels, Proc. 1978 Biennial Display Research Conf., 62-68, 1978