

## 플라즈마 디스플레이 패널(PDP)의 내부표면변화

조성호, 조일래, 김의열, 소현, 김영채  
한양대학교 화학공학과

### Surface Change in Plasma Display Panel(PDP)

Sung-Ho Cho, Il Rae Cho, Ui Yeul Kim, Hyun Soh, Young Chai Kim  
Department of Chemical Engineering, Hanyang University

#### 서론

PDP(Plasma Display Panel)는 기체 방전 시에 생기는 플라즈마로부터 나오는 빛을 이용하여 문자, 또는 그래픽을 표시하는 소자로서, 현재 제안된 평판 표시소자에 비하여 대형화의 구현이 용이하여 차세대 벽걸이형 고선명 TV로 각광 받고 있다.[1] 두 장의 서로 다른 유리면에 전극을 만들고 이 사이에 방전가스를 주입한 플라즈마 디스플레이 패널(PDP)은 방전된 자외선이 한쪽 유리벽에 있는 형광물질과 충돌하여 가시광선의 빛을 화면에 나타내는 방식으로 산업 발전이 가속화되면서 국가적으로 중요한 분야로 지목되고 있다.[2] 그러나 진정한 차세대 TV로 상품화되기 위해서는 휘도 향상, 효율 향상 및 수명의 향상 등의 개선해야 할 많은 문제점을 가지고 있다.[3] 또한 PDP 방전 시 발생하는 여러 가지 불순물들이 PDP의 휘도, 효율에 악 영향을 끼치는데, PDP 구조상 MgO 보호막과 형광체는 방전 가스와 직접 접하여 방전의 영향을 받게 되므로, 불순물을 제공하는 주요 인자가 될 수 있다. 이러한 불순물에 의한 표면 변화를 막기 위해, PDP 제조 업체에서는 방전 가스를 주입한 후, 상당 시간 방전시켜 표면을 안정화시키는 에이징 공정을 행하고 있다.[4] 근래에 업체나 학계에서는 이런 불순물을 제거하기 위해 패널을 진공에서 봉합하는 공정과 패널을 상당시간 방전시켜 가스를 배출시킨 다음 새로운 가스를 주입하는 공정 등의 연구가 진행중이다.

#### 이론

플라즈마 디스플레이 패널(PDP)는 두 장의 유리 즉 전면 유리기판과 배면 유리기판이 겹쳐진 형태로 되어있다. 배면 유리기판에는 신호전극이 형성되어 있고 그 위에 유전체층이 형성되어 있다. 그리고 높이 130 $\mu$ m 정도의 격벽(barrier rib)이 형성되어 있고 빨강(R), 녹색(G), 파랑(B) 삼색의 형광체들이 격벽과 신호전극을 덮고 있는 유전체 위에 형성되어 있다. 전면 유리기판에는 먼저 형광체의 발광시에 발생하는 가시광이 투과되도록 투명한 주사/표시(sustain/display) 전극이 형성되어 있다. 투명전극 재료인 ITO(Indium Tin Oxide)의 면저항치가 일반 금속보다 100배정도 높으므로 가시광의 방출이 방해받지 않을 정도로 ITO 양 끝에 알루미늄 또는 크롬/구리/크롬을 사용한 버스(bus)전극이 형성되어 있다. 다음에 PbO 계통의 투명 유전체층이 형성되어 있으며, 발광시 발생하는 투명 유전체층의 스퍼터링(sputtering)을 막기 위하여 투명 유전체에 MgO 보호막이 형성되어 있다.[5,6,7] MgO 보호막은 PDP 플라즈마 방전시 낮은 이온에너지가 표면에 부딪혔을 때 비교적 높은 이차전자 방출계수의 특성을 가져 방전 플라즈마의 구동 및 유지전압을 낮추어주는 중요한 구실을 한다.[8,9] PDP 방전시 발생하는 불순물은 PDP 성능에 크게 영향을 끼치므로, 본 연구에서는 새롭게 구성한 In-situ discharge system에서 불순물의 종을 파악하고, PDP 방전시 상판과 하판의 변화를 살펴보고자 한다.

## 실험

### 1. 실험장치

봉합패널을 분석할 때 대기 중에서 해체한 패널은 분석 신뢰성의 큰 한계가 있으므로, 진공상태에서 해체하여 외부영향을 받지 않고 분석장비로 이송할 수 있는 챔버를 구성하였다. 제작한 청정 이송시스템을 표면 분석 장비와 연결하면 7인치 크기의 PDP 패널이 분석 가능하다. 특히, 방전에 의한 표면 변화와 불순물의 분석을 위해 PDP 방전 시스템을 새롭게 구성하여 실시간으로 실험할 수 있게 구성하였다.

### 2. 실험 방법

봉합패널의 경우는 봉합패널을 In-situ 분석용 챔버에 넣고, 진공이  $10^{-6}$ mbar 까지 도달하면 분석 가능한 크기로 분해한 후, Magnetic transfer를 이용해서 UHV system의 Fast entry lock chamber로 이송한다. 진공을 유지하면서 Preparation chamber와 Analysis chamber로 이송하여 표면 분석을 하였다. 전체적인 실험장치 구성 및 이송단계를 Fig. 1에 도식화하였다. 플라즈마 방전 영향에 의한 표면의 변화 정도를 관찰하기 위해 에이징 30분 패널을 PDP 챔버에 넣고, 적당한 크기로 깎 다음, In-situ discharge chamber(Fig. 2)까지 진공 이송하여, 방전가스(He)를 주입한 다음, rf 100W, 0.8torr에서 10분동안 플라즈마 방전을 시켰다. 실험한 샘플을 Analysis chamber까지 진공 이송하여 XPS로 표면 분석하고, Mass Spectroscopy(QMS200)로 불순물의 종을 분석하였다.

## 결과 및 토론

PDP 패널의 방전시 MgO 보호막과 형광체에서 발생하는 불순물과 표면의 화학적 변화가 성능에 중요한 영향을 끼칠 것이다. 그 중 MgO 보호막이 흡습성이 강하므로 박막의 증착 과정이나 증착 후 결정의 결함이 생기는 곳에 수산화기 형태로 흡착된다. 또한 99.95% 순도의 MgO라도 공기에 노출되면 탄소가 흡착되므로, 이러한 탄소와 수분은 방전시 방전 공간으로 방출될 것으로 예상할 수 있다. Fig. 3은 30분 에이징 패널을 진공상태에서 분해한 후, He 가스를 0.8torr 까지 주입한 후, rf 100W, 10분동안 방전시킨 결과이다. Mass Spectroscopy data는 상, 하판의 주요한 불순물이 H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO, 그리고 CO<sub>2</sub>라는 것을 보여준다. 이를 통해 상, 하판 표면에 쉽게 흡착되는 수분과 탄소화합물이 플라즈마 방전에 의해 방전 공간으로 방출되는 것을 알 수 있다. 또한 MgO 표면의 화학적 성분 및 조성 변화를 분석하여 Fig. 4와 같은 결과를 얻었다. Fig. 4는 에이징 시간에 따른 XPS narrow scan의 변화를 보여준다. O<sub>1s</sub> peak의 변화에서 O<sub>1s</sub> peak의 결합에너지는 532.5eV에서 528eV 까지 움직인다. 에이징이 진행됨에 따라 MgO 보호막에 흡착되어 있던 수분이 탈착되면서, OH 같은 electron donor group의 영향이 사라지게 된다. OH 같은 electron donor group은 Mg<sup>2+</sup> 양이온에 전자를 공급해서 더 낮은 결합에너지로 shift 시킨다. 그래서 낮은 결합에너지로 shift 되어졌던 MgO 보호막의 O<sub>1s</sub> peak은 에이징에 따라 MgO(100) single crystal의 O<sub>1s</sub> peak의 결합에너지로 shift 되어 진다. 또한 10분 동안 He<sup>+</sup> 플라즈마에 의해 방전된 30분 에이징 패널은 1시간 에이징 패널과 거의 유사한 결과를 보여주고 있다. 이것은 He<sup>+</sup> 플라즈마 영역에서 방전가스의 열효과와 전자효과에 의해 표면의 변화가 일어났다는 것을 나타낸다. C<sub>1s</sub> peak의 XPS narrow scan의 결과는, 에이징 시간이 증가함에 따라 탄소 피크의 크기가 상당히 줄어들며, 에이징 12시간에서는 거의 탄소 피크가 보이지 않게 된다. 앞서 설명했듯이 10분 동안 He<sup>+</sup> 플라즈마에 의해 방전된 30분 에이징 패널은 1시간 에이징 패널과 거의 유사한 결과를 보여주고 있다. 마지막으로 Mg<sub>2p</sub> peak의 XPS narrow scan의 결과를 보면, O<sub>1s</sub> peak과 마찬가지로 낮은 결합에너지로 shift 되어졌던 MgO 보호막의 Mg<sub>2p</sub> peak은 에이징에 따라 MgO(100) single crystal의 Mg<sub>2p</sub> peak의 결합에너지로 shift 되어진다. Mg<sub>2p</sub> peak 역시 10분동안 He<sup>+</sup> 플라즈마에 의해 방전된 30분 에이징 패널은 방전에 의한 에이징 효과로 인해, 1시간 에이징 패널과 거의 유사한 결과를 보

여주고 있다. 실험에서 우리는 상, 하판의 주요한 불순물이 표면에 화학적으로 흡착된 탄소 성분과 수분이라는 것을 알 수 있었다. 또한 이러한 불순물이 PDP 동작에 악 영향을 끼칠 것이므로, 이를 제거하기 위한 연구가 필요할 것이다.

### 참고문헌

1. Young Kyo Shin, Chae Hwa Shon, Woong Kim and Jae Koo Lee : "IEEE Trans. Plasma Science", Vol. 27, No. 5, p. 1366, October (1999)
2. 박화영, 신영재 : "기계와 재료", 12권 4호 (2000)
3. Kwang-Nam Kim, Joong-Kyun Kim, Jin-Ho Yang, Ki-Woong Whang, and Seok-Hyun Lee : "Journal of the Korean Vacuum Society", Vol. 8, No. 4, p. 482, November (1999)
4. M.O. Aboelfotoh, Omesh Sahni : "IEEE Trans. on Electron Device" Vol. 28, No. 6, p. 645, June (1981)
5. B.W. Byrum Jr : "IEEE Trans. on Electron Devices", 22, p. 685, (1975)
6. M.O. Aboelfotoh, J.A. Lorenzen : "Journal of the Applied Physics" 48, p. 4754, (1977)
7. O. Sahni, M.O. Aboelfotoh : "Proc. Society for Information Display", 22, p. 219, (1981)
8. Chung-Hoo Park, Young-Kee Kim, Sung-Hyun Lee, Woo-Geun Lee, Youl-Moon Sung : "Thin Solid Films", 366, p. 88, (2000)
9. Soon Joon Rho, Soon Moon Jeong, Hong Koo Baik, Kie Moon Song : "Thin Solid Films", 58, p. 355-356, (1999)

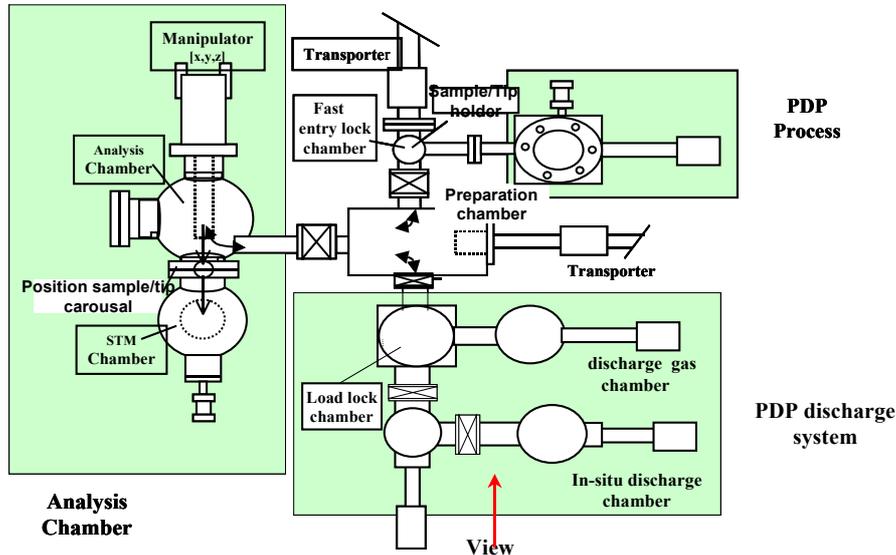


Fig. 1. PDP discharge system and UHV-system for in-situ analysis

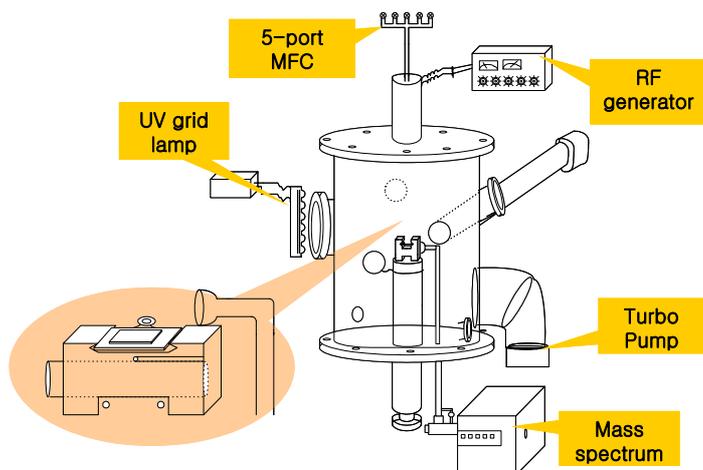


Fig. 2. In-situ discharge chamber system

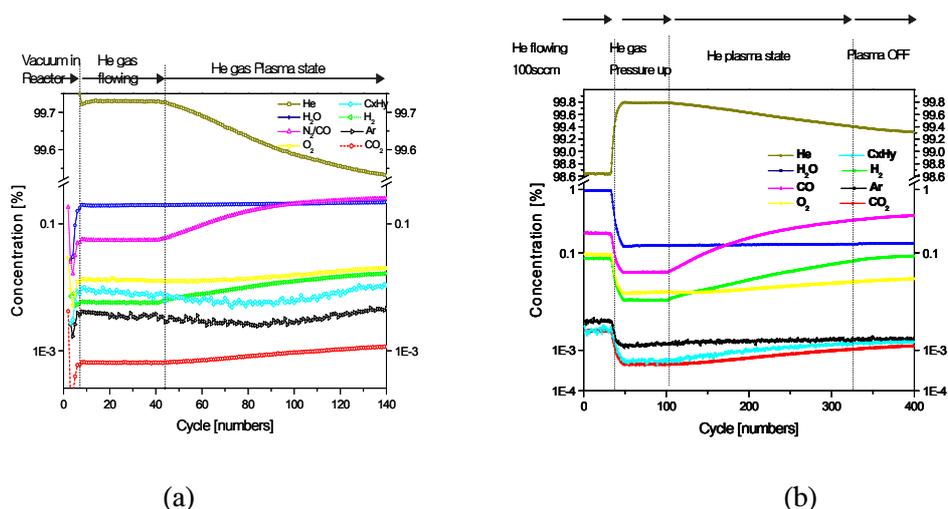


Fig. 3. Gases evolution of (a) 30 minutes aging MgO film and (b) 30 minutes aging Phosphor layer discharged by He plasma, rf power 100W, for 10 minutes

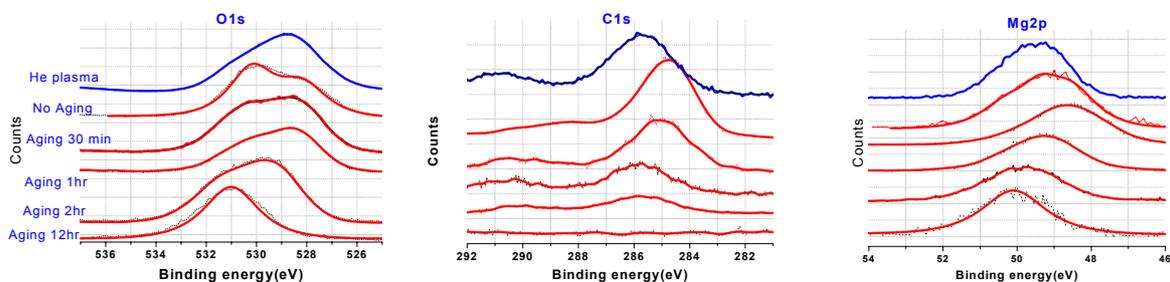


Fig. 4. XPS narrow scans of O<sub>1s</sub>, C<sub>1s</sub> and Mg<sub>2p</sub>