

고 진공상태에서 열처리된 PDP의 투명유전체 표면상태

황성진*, 김형순*

* 인하대학교 신소재 공학부

초록

플라즈마 디스플레이는 패널내부에 진공상태를 요구하며 작동 중에 발생하는 불순가스에 의해 진공도가 떨어져 소자 수명, 휘도, 방전 개시 전압 등 많은 부분에 문제를 야기시킨다. 이에 불순가스 발생의 원인을 규명하기 위해 PDP에 상용적으로 사용되는 유연 유전체를 이용하여 열적 거동에 의해 불순가스 발생과 고 진공에서의 표면 조도를 분석하였다. 100°C에서부터 H₂O의 가스가 발생되며 300°C이상에서는 CO₂와 함께 가스가 발생하였다. 고 진공에서 표면조도는 상온에서부터 상승하다가 유리 전이점에서 감소하며, 다시 연화점 이상에서 상승하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 PDP에서 불순가스 발생의 원인을 규명하기 위한 기초적인 실험이라 할 수 있다.

1. 서론

정보화, 멀티 미디어, 디지털 TV 방송 시대와 함께 평판디스플레이(FPD)에 대한 투자와 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 상황에서 최근 디스플레이의 부품소재와 관련하여 친환경 및 저가의 소재를 개발하는 요구가 높다.^[1-2] 50 인치급 이상의 대화면 평판디스플레이 시장에서는 PDP (Plasma Display Panel)가 주종을 이룰 것으로 예상됨에 따라 국내·외적으로 PDP 소자에 대한 많은 관심이 집중되고 있다. 국내 생산업체의 빠른 양산체제로의 전환, 급증하는 수요를 충족시키기 위한 라인 확장 등의 추세에 비추어 볼 때 PDP는 향후 대화면 벽걸이 TV로 자리 매김이 유력시 되고 있다.^[3-5]

그러나 이러한 차세대 평판디스플레이로 기대와 관심을 가지고 있으나 기술적인 측면에서 아직도 PDP 소자에 대해 개선해야 할 과제들이 남아있다. 즉, 휘도 향상, 소비전력 저감, 저가격화, 제조공정의 단순화 등을 들 수 있다. 또한 부품소재의 무연화가 시급한 실정이다.^[3-5] PDP는 상판과 하판 사이에 격벽을 경계로 하여 작은 셀이 구성된다. 이 셀 안에서는 형광체가 얇게 입혀져 있으며 He, Ne, Xe와 같은 초고순도 가스가 충전 되어 있는데, 방전 시 이 가스들이 Plasma를 형성하여 여기된 원자나 분자가 발생하고, 이것이 형광체들을 자극하여 가시광을 빛을 발하게 된다.^[6] 따라서 방전 현상과 공정 상에서 고 진공상태 하에 유리가 노출되는 일이 많이 일어나고 있으며, 이로 인해 방출되는 불순 가스가 생성 되는 것은 휘도 및 소비전력을 감소 시키는 문제를 발생 시킨다. 물론 게트라는 불순가스를 흡착하는 부품소재가 들어가지만 소자의 수명 향상을 위해서는 실질적으로 진공 상태 및 방전에 도출 되는 부품소재에 대한 불순 가스에 대한 원인을 파악하고 고려되어야 한다.

본 연구는 현재 무연조성의 유전체 봉착제, 격벽등의 부품소재가 공정 및 발광상태에서 휘발여부 및 그 정도를 정량화하고자 한다. 특히, 공정상 진공유지를 위한 소재관련 기초연구로 진공에 노출되는 유리표면을 현재 PDP 에서 사용되고 있는 상용유전체 유리에 대하여 특성평가를 하였다. 이는 FPD 에서 요구되고 있는 고휘도, 고효율, 내구성 등 생산성 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다.

2. 실험 방법

PbO 유리를 준비하기 위해 PbO, SiO₂, TiO₂, H₃BO₃, Al₂O₃ (Aldrich: 99% 이상)의 고순도 원료를 전자 저울을 이용하여 칭량하였다. 칭량된 벤티는 알루미늄 유발에서 10 분 이상을 잘 혼합하여, 알루미늄 도가니에 부은 후, 전기로 내에 넣었다. 전기로의 온도를 1300℃에서 1 시간 유지한 후 동판 위에 부어 급랭 시켰다. 응력을 제거하기 위해 급랭 시킨 유리를 SKD 몰드 (Φ 20 mm)에 넣어 유리전이점보다 10℃ 높은 온도에서 1 시간 유지 후 노냉 하였다. 노냉한 유리 벌크의 표면을 다이아몬드 0.1 마이크로 연마한 후 고 진공 챔버를 이용하여 고 진공 상태 ($\approx 10^{-6}$ torr)에서 열처리를 하였다.

유리 프리트의 온도에 따른 불순가스의 정도를 측정하기 위해 TG-MS skimmer(Netzsch STA-MS-Skimmer)을 이용하였으며, 조건은 승온 속도를 분당 10℃로 아르곤 분위기에서 측정을 행하였다. 유리 벌크의 표면 조도를 확인 하기 위해 AFM 을 이용하여, 0.5-1 μm^2 범위에서 Rq (root mean squared roughness)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

프리트의 제조 후 무게 감량과 함께 분자량으로 계산하여 수분과 이산화탄소를 측정하였다 (Fig.1). 100℃에서부터 H₂O 의 발생이 생성 되어 계속적이 무게 감량하였으며, 300℃에서부터 CO₂ 가스와 함께 방출하였다. 점차적으로 그 량은 줄어들어 1000℃에서 1.23%의 무게 감량을 보였다. 수분은 표면에너지가 높은 프리트에 수분이 흡착한 것으로 보이며, 또한 계속 검출된 H₂O 와 이산화탄소의 생성은 유리 원료에서 유리 생성시 유리 내에 남아 있던 것으로 추측된다.

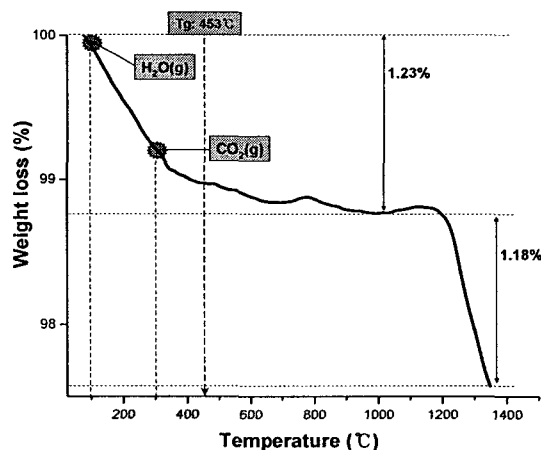


Fig.1 Weight loss and outgassing with PbO frit with increasing temperature.

고 진공 하에서 열처리 된 유리 벌크는 온도가 증가함에 따라 표면 조도는 증가하다가 유리 전이점 ($T_g: 453^\circ\text{C}$) 부근의 온도에서 감소함을 보였으며, 연화점 (484°C) 이상의 온도에서는 다시 증가하였다 (Fig. 2). 이것은 앞서 프린트의 무게 감량을 측정한 경우와 같이 유리 벌크에서 고 진공 하에서 온도가 증가 함에 따라 기체 발생으로 인해 표면조도가 증가하다가 유리 전이점 부근에서 대부분이 휘발되고 난 후 연화점이 지나고 난 후에 유리표면에서 점도가 낮아 지면서 남아있는 기체들이 방출 되면서 다시 표면 조도가 상승하는 것으로 보인다.

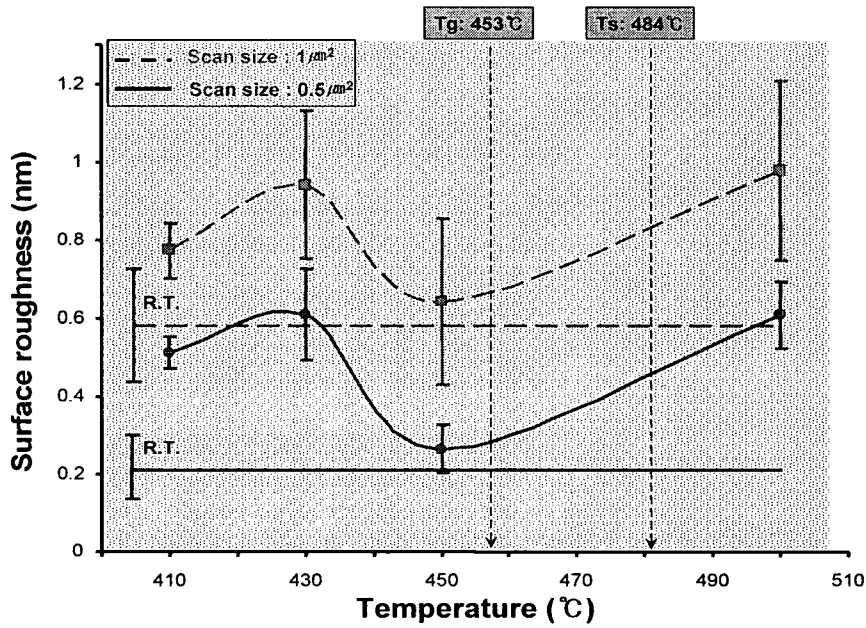


Fig. 2 Surface roughness (R_q) of bulk glass as a function of temperature under high vacuum (10^{-6} torr).

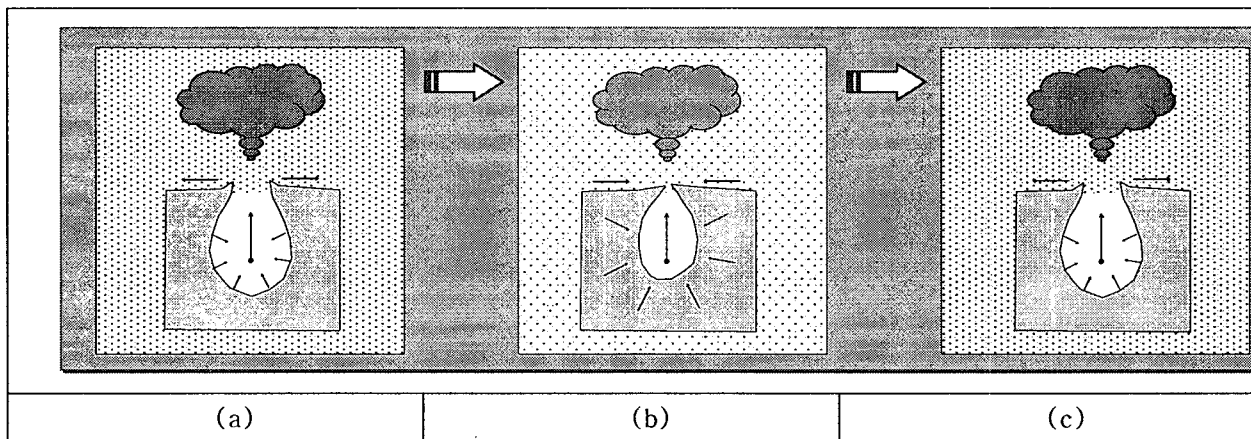


Fig. 3 Schematic diagram of bulk glass surface as a function of temperature (a) under T_g , (b) near T_g , (c) over T_s .

언급한 불순가스의 생성과 측정된 표면 조도의 결과로부터 진공에서 온도가 증가함에 따라 유리 벌크 표면에서 가스의 방출 되며 유리 벌크의 점도 변화로 인해 다시 가스의 방출이 심하게 일어나는 것으로 보인다 (Fig. 3). 유리 전이점 이하에서는 온도가 증가함에 따라 가스의 방출이

대부분 일어나게 되며, 유리 연화점에서 유리의 점성 거동에 의해 마지막 남아있는 가스의 방출이 이루어 지는 것이며 이러한 가스의 방출과 유리의 점성 거동에 의해 유리 벌크의 표면 조도가 결정되는 것으로 추측된다.

4. 결론

PDP 상용 유전체에 사용되는 프리트를 통해 휘발할 수 있는 물질인 수분과 이산화탄소를 측정하였으며, 이 유리 벌크를 고 진공 내에서 열처리 함으로서 고 진공에서 행하여 지는 공정 및 방전에서 일어 날 수 있는 불순 가스에 대해 논하였다. 또한 유리 벌크에서 휘발 되는 것은 유리 표면 조도와 유리의 점성 거동에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 PDP 에서 무연 유리의 전환에 앞서 기본적인 결과로 제시 될 수 있을 것으로 판단 된다.

후기

본 과제(결과물)는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금으로 수행한 최우수 실험실 지원 사업의 연구 결과 입니다.

참고문헌

- [1] 차명룡, 김재명, 전재삼, 김형순 "디스플레이 산업을 위한 유리 재료들," 세라미스트, 제7권, pp. 55-64, 2004.
- [2] D.N. Kim, J.Y. Lee, J.S. Hur, H.S. Kim "Thermal and electrical properties of BaO-B₂O₃-ZnO glasses," J. of the Euro. Cera. Soc., 22, pp 1437-1445, 2002.
- [3] M.L. Cha, S.J. Hwang, H.S. Kim, "Formation of Layer on Bismate Frit Surface During Wet Milling" Mate. Sci. Forum, 510-511, pp 582-585, 2006.
- [4] J.S. Jeon, M.L. Cha, H.S. Kim "Optical properties of Bi₂O₃-ZnO-SiO₂ glass system for eco transparent dielectric in PDP," Mate. Sci. Forum, 486-487, pp 321-324, 2005.
- [5] S.J. Hwang, M.L. Cha, H.S. Kim, "Discoloration of Transparent Dielectric with Bi₂O₃ Glass Frit," IDW/AD 05, pp 1585-1586, 2005.
- [6] 김현창, 황일선, 정민희 "PDP 불순가스 제거를 위한 nano size의 getter 재료 제조," 한국반도체및디스플레이장비학회 05 춘계 학술대회, pp. 121-124 , 2005.