

산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 형성된 PDP MgO 보호막의 특성 연구

권상직, 이조휘, 안민형, 홍성재

경기도 성남시 수정구 복정동 산65 경원대학교 전기전자공학과

초록

MgO 보호막은 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panel, PDP)의 보호막으로 널리 쓰이고 있다. 본 실험에서는 산소 이온 빔 보조 증착(IBAD) 방법으로 형성된 MgO 보호막의 특성을 조사하였다. MgO 증착시 보조산소이온 빔의 에너지를 변화시킴에 따라 MgO 보호막의 특성과 PDP 패널 발광 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구에서는 산소 이온 에너지가 300 eV 일때 소자의 방전개시 전압이 가장 낮게 나타났다. 또한 산소 이온빔의 조사에너지에 따라 MgO 막의 결정성 및 표면조도가 크게 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다.

1. 서론

AC PDP는 유전체 보호막인 MgO 표면에서 형성되는 표면방전에서 방사된 자외선이 형광체를 여기하여 얻어지는 가시광을 이용하는 디스플레이이다. MgO 보호막은 Penning 방전가스와 직접 접촉하고 있으며 AC PDP의 방전 특성 및 수명에 직접 영향을 미치게 된다. AC PDP에서 표면 보호막으로 사용 되었을 때 MgO가 가지는 낮은 스퍼터링 률 값과 일함수 값은 각각 훌륭한 플라즈마 내부 식성과 높은 이차전자방출계수(secondary electron emission coefficient) 값을 보장하며, 높은 밴드갭 에너지는 보호막의 우수한 투명성을 부여할 수 있게 한다. MgO 보호막은 PDP방전 시 이온의 충격에 의한 스퍼터링 현상에 대하여 유전체와 전극 물질이 손상되는 것을 막아 소자의 장 수명화를 보장해 주는 역할을 한다. 또한 MgO의 높은 이차전자 방출 특성은 플라즈마에 대한 방전 개시전압을 낮추어 준다.[1-4]

2. 실험 방법

본 실험에서 사용된 기판은 PD-200 Glass였으며 주 발광 영역이 35(W)×35(H) mm 인 2 인치 테스트 패널을 제작하였다. 이미 준비된 상 하판은 진공 챔버 안에 세팅하고 1×10^{-6} Torr까지 펌핑 하였다. 그 후에 Xe+Xe(4%) 혼합가스를 400 Torr까지 주입하여 50 kHz 주파수 펄스로 구동시켜 실험을 하였다. 발광 테스트하기 전에 어닐링을 먼저 수행하였다.

그림 1은 본 실험에서 사용한 IBAD시스템과 이온 소스 구조도다. 타겟은 99.99%의 순도를 가지는 직경 10mm, 두께 5mm 의 MgO 타겟을 사용하였다. 증착 전 초기 진공도는 1.0×10^{-6} Torr였고 전자 빔을 이용하여 MgO를 증착하는 동안 산소가스를 RF 이온 소스 속으로 유입시켜 산소 이온을 발생시킨다. 이온 소스 그리드(Grid)에 전압을 가하고 양이온의 산소입자들이 가속되어 MgO층 속으로 유입되어 막의 증착 특성 변화를 유도한다. 산소 가스 주입량이 10 sccm이고 산소 이온들을 발생시키기 위한 플라즈마 전력은 200 Watt로 하였다. 증착 시 산소이온유입에 의한 챔버 진공도는 1.6×10^{-4} Torr이었다. 이온 소스에서 나오는 산소 이온의 에너지를 100 eV부터 500 eV까지 변화 시켰다. 또한 비교를 위해서 산소 이온 빔을 이용하지 않고 E-beam만 이용하고 증착한 시편도 준비(No IBAD) 하였다. 증착시의 기판온도는 300 °C로 하였으며 증착율은 5 Å/s, 증착된 MgO 막의 두께는 5,000 Å가 되도록 하였다.

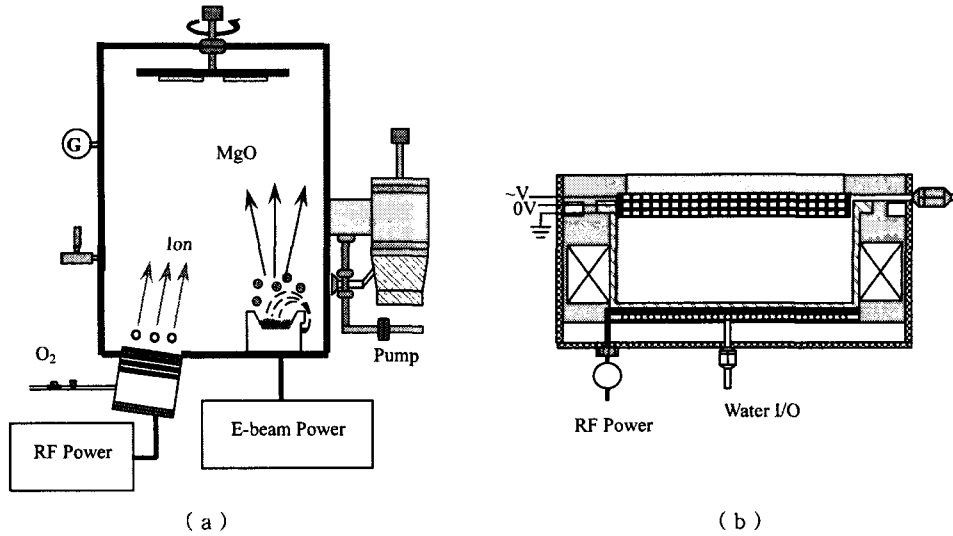


그림 1. IBAD 시스템과 이온 소스 구조도 (a) IBAD 시스템 구조도, (b) 이온 소스 구조도

위와 같이 서로 다른 조건을 적용하여 테스트용 2인치급 PDP 패널을 제작하였으며 제작된 PDP 패널에 대해 오실로스코우프(Oscilloscope, TDS-540C)를 이용하여 방전개시전압(Firing Voltage, V_f)과 방전유지전압(Sustain Voltage, V_s)을 측정하였다. 증착된 MgO 박막의 결정성과 표면 형상의 분석을 위하여 XRD(X-ray Diffraction), SEM(Scanning Electron Microscopy)을 이용하였다.

3. 실험결과

본 실험에서 측정된 방전개시전압(V_f)과 방전유지전압(V_s)은 그림 2에서 나타났다. 산소 이온 빔 에너지가 100 eV부터 300 eV까지는 V_f 가 No IBAD의 것보다 낮게 나왔고 산소 이온 빔 에너지가 증가할수록 V_f 가 낮게 됨을 볼 수 있다. 하지만 산소 이온 빔 에너지가 400 eV를 넘으면 V_f 가 다시 증가하였다. V_s 의 측정 결과도 유사한 결과가 나왔다. 결과적으로 산소 이온 빔 에너지가 300 eV 일 때 최소 V_f 와 최소 V_s 를 얻었다.

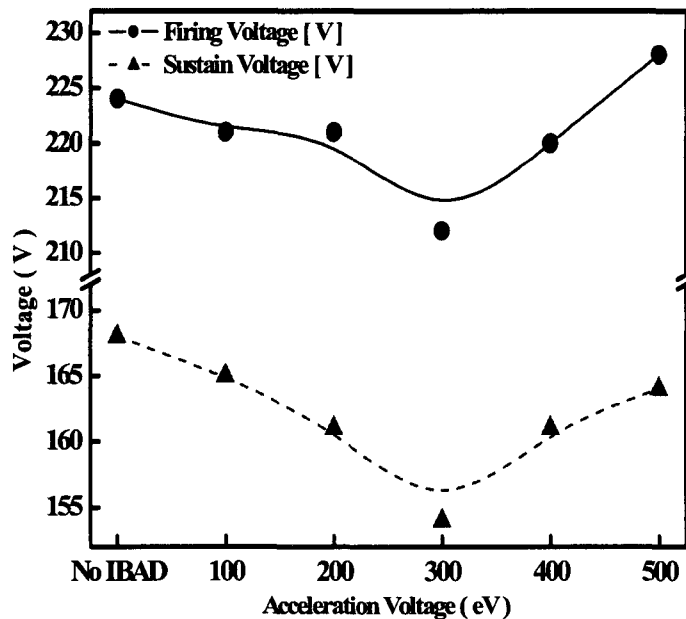


그림 2. PDP의 방전개시전압 및 방전유지전압

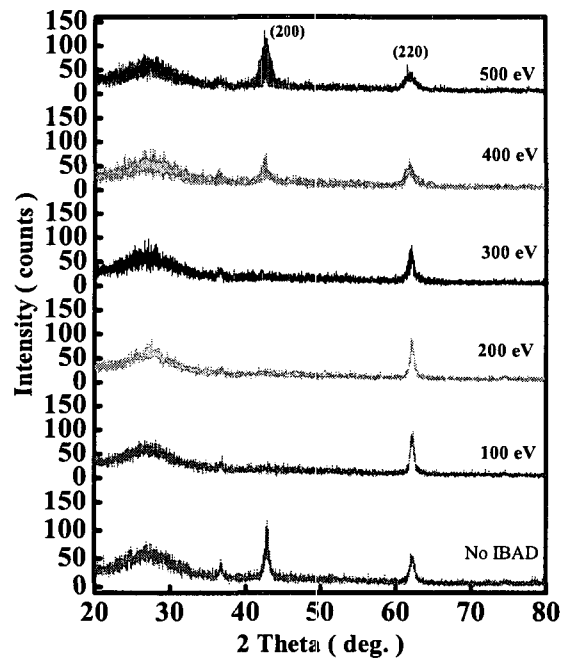


그림 3. IBAD방법으로 형성된 MgO의 XRD 스펙트럼

그림 3은 IBAD 방법으로 증착된 MgO의 XRD 스펙트럼이다. E-beam만으로 증착된 MgO 즉, No IBAD의 경우는 (111), (200)과 (220) 방향성 피크가 나타났다. 반면에, 에너지가 400 eV보다 높을 때 (200) 피크가 나오며 에너지가 높을수록 (200) 피크는 높아지는 반면, (220) 피크는 낮아지는 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때, IBAD를 적용한 경우는 성장 방향이 (200)으로부터 (220)으로 이동하여 보다 안정적인 성장 방향이 생기는 것이 보인다.[5] 결과들로부터 보조 빔의 에너지가 MgO 박막의 성장 방향에 큰 영향을 미치는 것은 보인다.

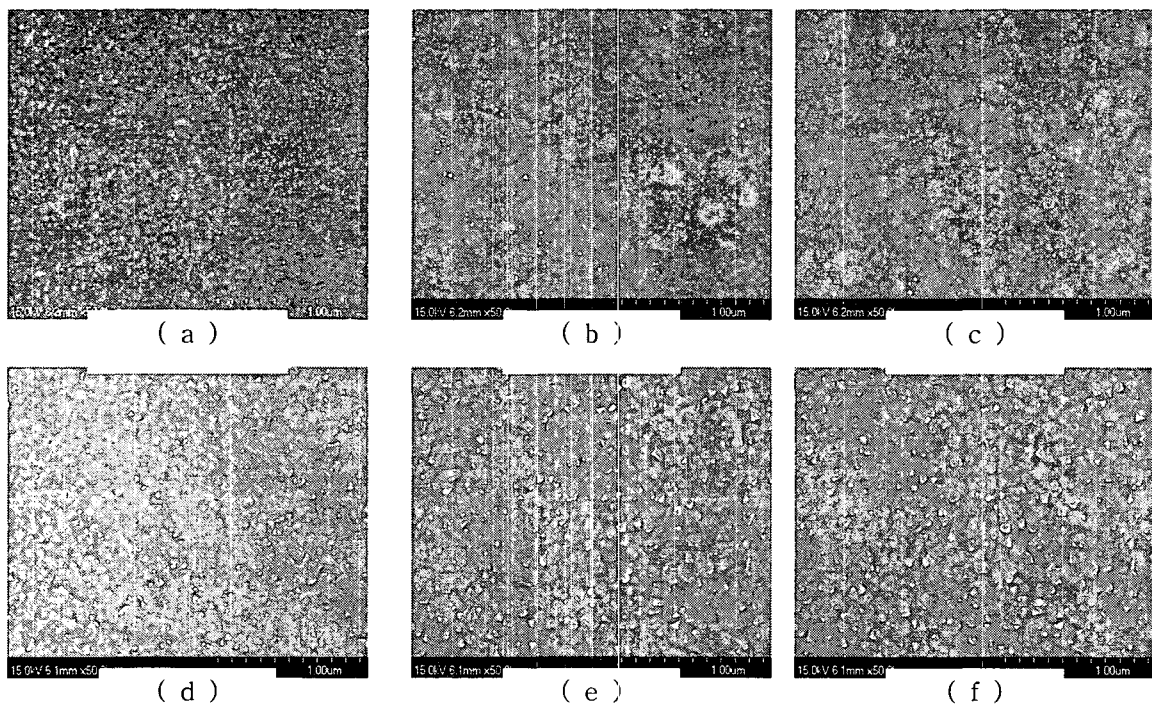


그림 4. IBAD방법으로 형성된 MgO의 SEM 이미지 (a) No IBAD, (b) 100 eV, (c) 200 eV, (d) 300 eV, (e) 400 eV, (f) 500 eV

MgO 박막의 표면 SEM 사진이 그림 4에 나타난다. No IBAD의 MgO 그레인 은 균일하지 않다. 산소 이온 빔 에너지가 100 eV, 200 eV 때 그레인이 크고 원형 모양으로 나오게 된다. 산소 이온 빔 에너지가 300 eV 넘어가면 MgO 그레인의 사이즈가 적어지며, 삼각형 모양이 된다. 그래서 산소 이온 빔 에너지가 MgO 표면 그레인에 영향을 주는 것은 보인다.

4. 결론

본 연구에서는 산소 이온 빔을 이용하고 보조 증착된 MgO의 특성 및 PDP 패널의 발광특성에 관해 연구하였다. 실험 결과는 산소 이온 보조 빔의 에너지가 플라즈마 패널의 MgO 보호막의 물성과 발광 특성에 큰 영향을 미치는 것이 보인다. 본 연구 실험의 조건하에서는 산소 이온 보조 빔이 에너지가 300 eV 때 최소 방전개시전압, 최소 방전유지전압 값을 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] T. S. Tae, H. J. Seo, and S. H. Jang, "Improvement of Plasma Discharge Characteristics in Blue Cells of AC Plasma Display Panel Using Auxiliary Pulse Driving Scheme", J. Korean Phys. Soc., Vol. 42, pp. S844-S847, February 2003.
- [2] M. Noh, Y. Yi, and K. Jeong, "Study of the MgO Surface at the Initial Stage of Aging in ac-PDP: Morphological Evolution and the Resulting Discharge Characteristics", J. Korean Phys. Soc., Vol. 42, no. 5, pp. 631-634, May 2003.
- [3] H. Sun, "Breakdown Voltage of High-Pressure Discharge in a Plasma Display Panel", J. Korean Phys. Soc., Vol. 40, no. 5, pp. L777-L780, May 2002.
- [4] J. H. Cho, R. H. Kim, K. W. Lee, G. Y. Yeom, H. J. Kim, and J. W. Park, "Low-Voltage Characteristics of MgO-CaO Films as a Protective Layer for AC Plasma Display Panels by E-Beam Evaporation", J. Mater. Sci., Vol. 34, no. 20, pp. 5055-5059, October 2002.
- [5] K. Oumi, M. Hatsumoto, K. Kashiwagi, and Y. Murayama, "MgO Thin Films for Plasma Display Panel Formed by Plasma Process", Surf. Coat. Technol., Vol. 169-170, pp. 562-565, June 2003.