

산소 이온 빔 보조 증착된 AC PDP용 MgO 보호막의 특성 연구

이조휘·김광호·안민형·홍성재·임승혁·권상직*

경원대학교, 전자공학과, 성남 461-701

(2007년 9월 6일 받음)

MgO는 플라즈마 디스플레이 패널 (Plasma Display Panel, PDP)의 보호막으로 널리 쓰이고 있다. 본 실험에서는 산소 이온 빔을 이용하여 증착된 MgO 보호막의 특성을 조사하였다. MgO 증착 시 보조 산소 이온 빔의 에너지를 변화시킴에 따라 MgO 보호막의 특성과 PDP 패널 발광특성에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구에서는 산소 이온 에너지가 300 eV 일 때 소자의 방전개시전압이 가장 낮게 나타났고, 발광 휘도 및 발광 효율은 가장 높게 나타났다. 또한 산소 이온 빔의 조사에너지에 따라 MgO 박막의 결정성 및 표면조도가 크게 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다. 산소 이온 빔 보조 증착 방법을 이용하여 패널의 발광 휘도와 발광 효율 등 발광특성을 개선하였다.

주제어 : 플라즈마 디스플레이 패널, 마그네슘 산화막, 이온 빔 보조 증착

I. 서 론

벽걸이 TV로 알려진 플라즈마 디스플레이 패널(plasma display panel, PDP)은 대형화 평판표시 소자로 기체를 방전시켜 형성된 빛을 이용하여 문자나 그래픽을 표시하는 장치이다. PDP는 간단한 구조, 고 해상도, 빠른 응답 속도, 대형화와 광 시야각 등 장점을 가지고 있다. MgO 보호막은 낮은 스퍼터링율(Sputtering Yield), 높은 이차 전자 방출 계수(Secondary Electron Emission Coefficient, SEEC, γ) 특성이 있어서 AC PDP에서 유전체의 보호막으로 널리 사용하고 있지만 MgO에는 몇 가지 문제점이 있다. 지금까지 MgO 보호막의 개선을 위해 많은 연구발표가 있어왔다 [1-3].

현재 MgO 보호막을 형성하는 방법은 주요하게 전자 빔 (E-beam) 증착법 및 Ion-plating 방법[4] 의 두 가지가 주로 사용되고 있다. E-beam으로 증착된 MgO 보호막은 Annealing 과정에서 생기는 크랙(Crack), 그로우 방전 (Glow Discharge)시 이온의 충돌에 의한 막의 손실 등의 문제점이 있으며, 이러한 문제점을 해결하는 방법으로서 이온 빔 보조 증착(Ion-Beam-Assisted Deposition, IBAD) 법이 시도되고 있다[5-7]. 또 이온 빔 보조 증착 방법으로 형성된 MgO 보호막의 특성을 보고하였다[8, 9]. 본 연구에서는 AC PDP 발광 효율을 개선하기 위하여 산소 이온 빔 보조 증착된 MgO 보호막의 특성을 조사하였다.

II. 실험방법

본 실험에서 사용된 기판은 PD-200 glass였으며 주 발광 영역이 35(W)×35(H) mm² 인 2 인치 테스트 패널을 제작하였다. 상부 패널은 glass에 증착되어 있는 ITO를 사진 식각 공정을 이용하여 투명전극을 형성하였고, 그 위에 스크린프린터를 사용하여 버스전극(Ag)과 투명 유전체를 형성하였다. 이어서 전자선 증착법을 이용해 MgO 박막을 증착 하였으며 증착되는 동안 그림 1에서와 같이 부가적으로 설치된 RF 이온원으로부터 발생하는 산소 이온 빔을 보조적으로 조사시켰다. 하부 패널은 glass에 스크린프린팅 방법을 적용하여 어드레스 전극(Ag)과 유전체, 격벽, 형광체 (Green만) 부분을 형성시켰다. 상 하판은 진공 챔버 (Vacuum Chamber) 안에 세팅하고 1×10⁻⁶ Torr까지 펌핑 (Pumping) 하였다. 그 후에 Ne + Xe (4%) 혼합가스를 400 Torr까지 주입하였다. 발광 테스트하기 전에 Annealing과 Aging을 먼저 충분히 수행하였다.

IBAD 시스템 구조 개념도를 그림 1에 나타내었다. 타겟은 99.99%의 순도를 가지는 직경 10 mm, 두께 5 mm의 MgO 타겟을 사용하였다. 증착 전 초기 진공도는 1.0×10⁻⁶ Torr였고 전자 빔을 이용하여 MgO를 증착하는 동안 산소 가스를 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

* [전자우편] sjkwon@kyungwon.ac.kr

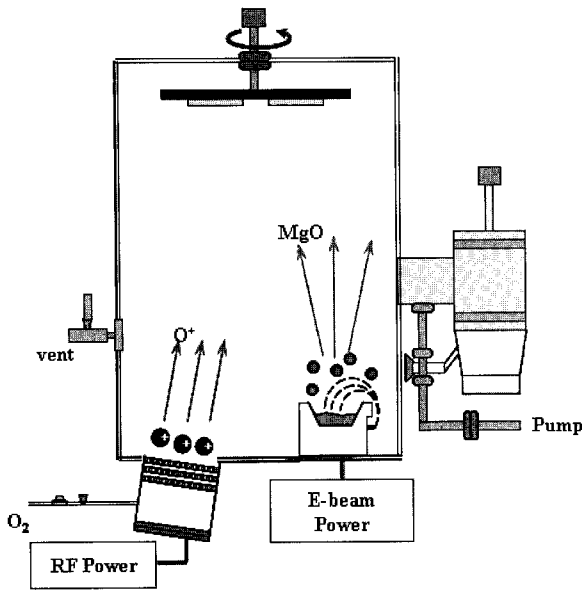


그림 1. IBAD 시스템 구조 개념도.

산소 이온들을 발생시키기 위한 플라즈마 전력은 200 Watt로 하였다. 증착 시 산소 이온 유입에 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.

위와 같이 서로 다른 조건을 적용하여 테스트용 2인치급 PDP 패널을 제작하였으며 제작된 PDP 패널에 대해 오실로스코프(Oscilloscope, TDS-540C)를 이용하여 방전개시 전압(Firing Voltage, V_f)을 측정하였으며, 전류 프로브(Current Probe, TCPA300)를 이용하여 방전전류를 측정하였다. 또한 휘도 측정기(CS-100A)를 이용하여 각 시편의 휘도를 측정하였다. 증착된 MgO 박막의 결정성과 표면형상의 분석을 위하여 XRD(X-ray Diffraction)와 AFM(Atomic Force Microscopy)을 이용하였다.

III. 실험결과

이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO 박막의 AFM 이미지를 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 이온 빔 에너지가 300 eV 일 때 MgO 표면 그레인 성장 형태는 바늘처럼 형성되었으며 에너지가 300 eV보다 높을

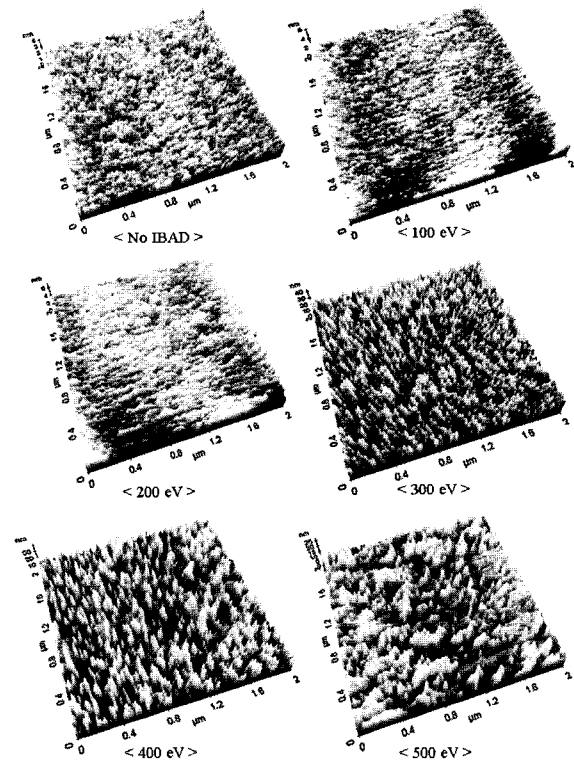


그림 2. 산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO의 AFM 이미지.

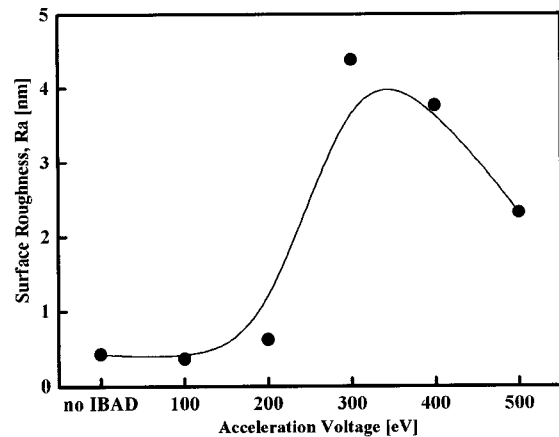


그림 3. 산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO의 거칠기 값.

경우는 산 모양의 그레인 성장 형태가 나타났다. 각 MgO의 표면 거칠기 값은 그림 3에 나타내었다. 이온 빔 에너지가 300 eV 일 때 최대 거칠기 값을 얻었다.

그림 4는 이온 빔 보조 증착된 MgO 박막의 XRD 스펙트럼이다. E-beam만으로 증착된 MgO 즉, No IBAD의 경우는 (111), (200)과 (220) 방향성 피크가 나타났다. 반면에, IBAD를 적용한 경우는 산소 이온 빔 에너지가 400 eV보가

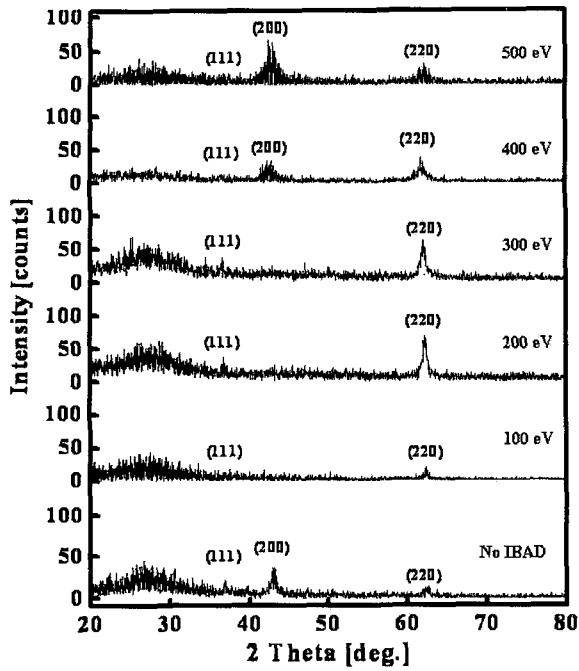


그림 4. 산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO의 XRD 스펙트럼.

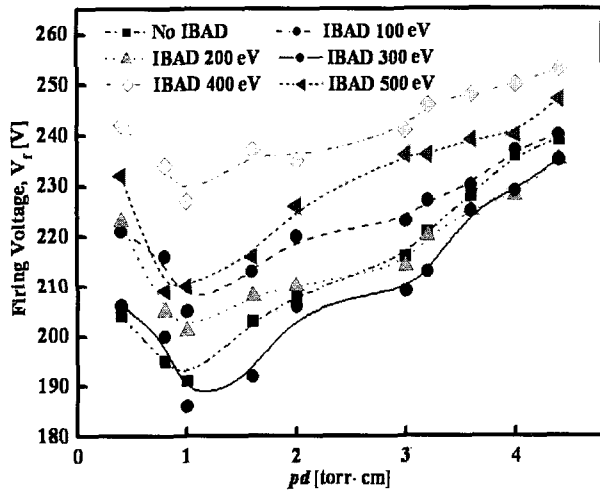


그림 5. 산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO 보호막을 갖는 PDP 패널의 파셴 곡선.

높을 때 (200) 피크가 나오고 에너지가 높을수록 (200) 피크는 높아지는 반면, (220) 피크는 낮아지는 것으로 나타났다. 산소 이온 빔 보조 증착 방법을 적용한 경우는 MgO의 성장 방향이 (200)으로부터 (220)으로 이동하여 보다 안정적인 성장 방향이 생기는 것이 보인다[7]. 결과들로부터 보조 빔의 에너지가 MgO 박막의 성장 방향에 큰 영향을 미치는 것은 보이는데, Elsborgen는 (111) 피크를 가지고 있는 MgO 박막이 다른 피크를 가지는 MgO보다 이차 전자 방출

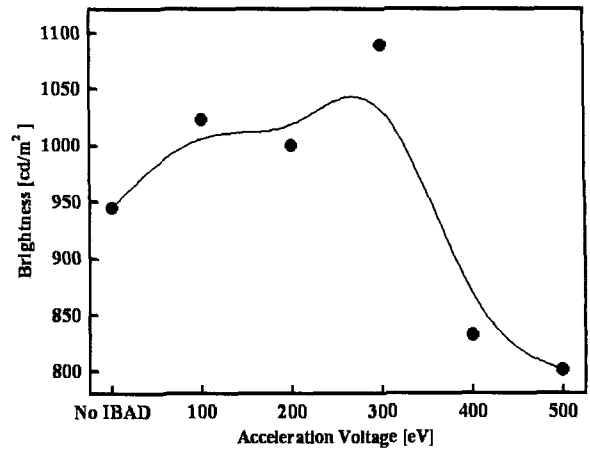


그림 6. 산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO 보호막을 갖는 PDP 패널의 발광 휘도.

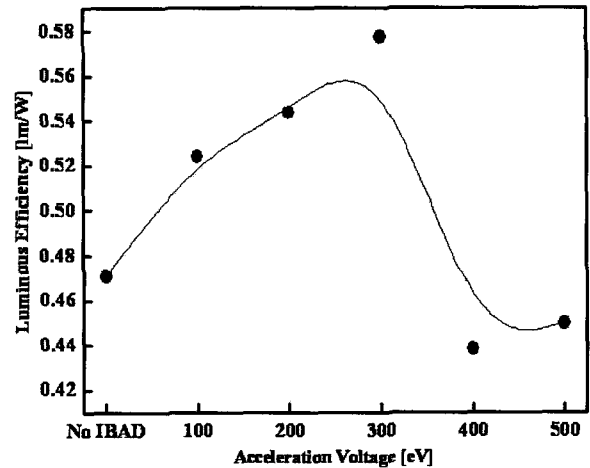


그림 7. 산소 이온 빔 보조 증착 방법으로 증착된 MgO 보호막을 갖는 PDP 패널의 발광 효율.

계수가 높은 것을 보고하였고[10] 본 연구결과로부터는 (220) 결정성장이 이차 전자 방출 계수와 상관관계가 있는 것으로 보인다.

각 조건에 따른 PDP 패널의 파셴 곡선(Paschen curve)을 측정하여 그림 5에 나타내었다. 여기서 전극 갭 d는 80 μm이고 방전 가스 전압 p는 50 Torr부터 550 Torr까지 변화시키고 파셴 곡선을 측정했다. 산소 이온 빔 보조 에너지가 300 eV 때 방전개시전압 V_f가 최솟다. 아래는 파셴 법칙(Paschen's Law) 이다.

$$V_f = \frac{Bpd}{\ln[Apd/\ln(1+1/\gamma)]} \quad (1)$$

여기서, A 및 B는 상수, V_f는 방전개시전압, γ는 이차

전자 방출 계수를 나타낸다. 위 식으로부터 방전개시전압 V_f 는 이차 전자 방출 계수 γ 에 반비례함을 볼 수 있다. 따라서 그림 5의 결과로부터 산소 이온 빔 에너지가 300 eV 때 γ 값은 최고임을 예측할 수 있다. 앞의 그림 3에서 얻어진 표면 거칠기(Surface Roughness) 결과를 그림 5의 V_f 결과와 비교해 보면, 산소 이온 빔 에너지가 300 eV 때 표면 거칠기 값이 제일 높게($R_a=4.386$ nm) 나타났으며 이때의 V_f 값은 최소 즉, γ 값이 제일 높음을 알 수 있다.

그림 6은 산소이온 빔의 에너지에 따른 PDP 패널의 휘도를 측정된 결과이다. 그림 6으로부터, 이온 빔 에너지가 100 eV부터 300 eV까지 증가하였을 때 휘도값은 증가하다가 300 eV보다 더 높은 이온 빔 에너지에서는 휘도 값은 급격히 감소하여, No IBAID 샘플의 것 보다 많이 줄어들음을 볼 수 있다. 이온 빔 에너지가 300 eV일 때 휘도값이 최고로 얻어졌다.

방전 효율은 아래 식을 이용하고 계산했다.

$$\eta = \frac{\pi \times B \times S}{\int_0^T v(t) \times i(t) dt \times F} \quad (2)$$

여기서 π 는 3.14, B는 휘도 값, S는 패널의 방전 면적, F는 구동 펄스의 주파수다. 그림 7은 위 식을 이용해서 얻어진 방전 효율 그래프이다. 역시, 산소 이온 빔 에너지가 300 eV 때 최대 방전 효율이 0.56 lm/W인 것으로 보여졌다.

IV. 결 론

본 연구에서는 산소 이온 빔을 이용하여 보조 증착된 MgO의 특성 및 PDP 패널의 발광특성에 관해 연구하였다.

실험 결과는 산소 이온 보조 빔의 에너지가 플라즈마 패널의 MgO 보호막의 물성과 PDP의 발광 특성에 큰 영향을 미치는 것이 보인다. 본 연구 실험의 조건하에서는 산소 이온 보조 빔이 에너지가 300 eV 때 최소 방전개시전압, 최대 이차 전자 방출 계수, 최고 휘도 값 및 최고 발광 효율을 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] T. S. Tae, H. J. Seo, and S. H. Jang, *J. Korean Phys. Soc.* **42**, S844 (2003).
- [2] M. Noh, Y. Yi, and K. Jeong, *J. Korean Phys. Soc.* **42**, 631 (2003).
- [3] H. Sun, *J. Korean Phys. Soc.* **40**, L777 (2002).
- [4] J. H. Cho, R. H. Kim, K. W. Lee, G. Y. Yeom, H. J. Kim, and J. W. Park, *J. Mater. Sci.* **34**, 5055 (2002).
- [5] K. Oumi, M. Hatsumoto, K. Kashiwagi, and Y. Murayama, *Surf. Coat. Technol.* **169-170**, 562 (2003).
- [6] Z. U. Yu, J. W. Seo, S. J. Yu, D. X. Zhang, and J. Sun, *Surf. Coat. Technol.* **162**, 11 (2002).
- [7] J. K. Kim, E. S. Lee, D. H. Kim, and D. G. Kim, *Thin Solid Films* **447**, 95 (2004).
- [8] A. I. Ektessabi, H. Nomura, and Y. Tsukuda, *Thin Solid Films* **447**, 383 (2004).
- [9] N. Yasui, H. Nomura, and A. I. Ektessabi, *Thin Solid Films* **447**, 377 (2004).
- [10] C. H. Park, Y. K. Kim, S. H. Lee, W. G. Lee, and Y. M. Soon, *Thin Solid Films* **336**, 88 (2000).

Structural and Discharge Characteristics of MgO Deposited by Oxygen-Ion-Beam-Assisted Deposition in AC PDP

Zhao Hui Li, Kwang Ho Kim, Min Hung Ahn, Seng Jae Hong, Seung Kyeok Im and Sang Jik Kwon*

Department of Electrics Engineering, Kyungwon University, Sungnam 461-701

(Received September 6 2007)

The magnesium oxide (MgO) protective layer plays an important role in plasma display panels (PDPs). In this paper, we describe the structural and discharge properties of MgO thin films, which were prepared by the ion-beam-assisted deposition (IBAD) of oxygen as the protective layer of PDPs. The energy of the oxygen ion beam was used as the parameter to control the deposition. We found that the oxygen ion beam energy was effective in determining in structural and discharge characteristics. The lowest firing inception voltage, the highest brightness and the highest luminous efficiency were obtained when the MgO thin film was deposited with an oxygen ion beam energy of 300 eV. The crystallization of the MgO thin film was also measured by X-ray diffraction analysis, and the surface quality was measured by atomic force microscopy.

Keywords : PDP, MgO, IBAD

* [E-mail] sjkwon@kyungwon.ac.kr