

MgO의 전자선 증착율에 따른 PDP 방전 특성 분석

Analysis of PDP Discharging Properties Depending on Electron Beam Evaporation Rate of MgO Layer

김용재^{1,a}, 권상직¹
(Yong-Jae Kim^{1,a} and Sang-Jik Kwon¹)

Abstract

The effects of the evaporation rate of MgO films using an electron beam on the MgO properties and the discharge characteristics of a plasma display panel (PDP) were investigated and analyzed. MgO films were deposited with the various MgO evaporation rates. The MgO properties such as the crystal orientation, the surface roughness, and the film structure were inspected using XRD (X-ray diffraction), AFM (atomic force microscopy). From the experiments and Paschen law, the maximum value of the secondary electron emission coefficient (γ) was obtained at the evaporation rate of 5 Å/sec. The XRD results and cathode-luminescence (CL) spectra show the γ values are correlated with F/F+ centers of the molecular structure of MgO films. The minimum firing voltage and the maximum luminous efficiency were obtained at an evaporation rate of 5 Å/sec. In the MgO film deposited at 5 Å/sec, the (200) orientation and F+ center were most intensive.

Key Words : MgO, Electron beam evaporation, F/F+ center, Cathode-luminescence spectra, Secondary electron emission coefficient

1. 서론

AC PDP는 디스플레이의 대형화를 주도하는 기술 중에 하나로, 최근 대형 크기의 디스플레이 시장에서 제조 가격 감소와 발광 효율 향상이 이슈가 되면서 그 흐름에 맞추어 연구가 진행되고 있다.

이러한 연구들은 최적의 셀 구조와 구동 방법, 보호막, 형광체의 특성, 혼합 가스, 실장 공정 등 매우 많은 부분을 통해 접근하고 있다. 특히 그 중에서도 MgO 박막은 좋은 내 스퍼터링 특성을 가지고 있어 AC PDP의 구동에 중요한 유전체 층을 보호하는 보호막 역할로 AC PDP의 수명을 향상시키고, Auger neutralization에 의한 높은 이차전

자방출 특성을 통해 동작 방전 전압을 낮추는 역할 등을 하여 AC PDP의 방전 효율에 있어서 핵심 요소로 중요시 되고 있다. 따라서 MgO 박막의 가장 좋은 특성을 얻으며 제조 가격을 단축할 수 있는 공정을 확보하는 것이 중요하다[1,2].

일반적으로 MgO 박막은 전자빔을 이용한 증발을 통해서 대략 5000 Å 두께로 증착되고 있다. 이때 공정 시간을 줄이기 위해서 MgO 박막을 증착하는 속도를 높게 하는 것이 필요하겠지만, 박막을 형성하는 증착율과 AC PDP의 동작 특성이 서로 상반되는 관계를 가지고 있으므로 양쪽의 특성을 만족시키는 최적의 조건을 찾는 것이 필요하다[3].

이에 본 연구에서는 AC PDP를 직접 제작하여 방전 특성이 가장 좋은 최적의 증착율을 찾고, MgO의 분자 구조에서의 F/F+ center와 표면 거칠기, 투과도와 같은 물성 특성과 이차전자방출간의 관계를 분석하여 증착율이 MgO 보호막과 PDP 방전에 미치는 영향에 대한 메커니즘을 규명하고자 한다.

1. 경원대학교 전자정보통신공학부

(경기도 성남시 수정구 복정동 산65)

a. Corresponding Author : kydragon@ku.kyungwon.ac.kr

접수일자 : 2007. 4. 23

1차 심사 : 2007. 6. 12

심사완료 : 2007. 7. 13

표 1. AC-PDP의 제작 조건.

Table 1. AC-PDP fabrication specification.

	Thickness	Width
ITO electrode	1,300 Å	340 μm
Bus electrode	8 μm	80 μm
Transparent dielectric	24 μm	active area
MgO	5,000 Å	active area
Address electrode	8 μm	200 μm
White dielectric	24 μm	active area
Barrier rib	130 μm	100 μm
Phosphor	24 μm	-

2. 실험

본 연구에서는 6 cm × 9 cm 크기에 2.8 mm의 두께를 가지는 2개의 유리 기판 (PD-200, ASAHI, Japan)을 이용하여 방전 영역이 3.5 cm × 3.5 cm인 AC PDP 패널을 만들었다. 대부분의 프로세스는 노광기, 스크린 프린터, 전기로 그리고 진공 챔버 시스템을 이용하였다. 상판과 하판은 MgO 증착을 받을 변수로 하기 위해서 표 1과 같은 가장 일반적인 조건으로 제작하였다.

상판의 경우에는 먼저 사진식각공정을 통하여 투명전극 (ITO)의 패턴을 형성한 후, 투명전극 위에 8 μm 두께의 버스 전극과 24 μm 두께의 투명 유전체 층을 스크린 프린터를 이용하여 순서대로 형성하고 그 위에 마지막으로 MgO 박막을 증착하였다. 이때 MgO 박막 증착율은 기판 온도를 300 °C로 유지하면서 3, 5, 7, 10, 15 Å/sec로 각각 조건을 달리하였다. 하판은 스크린 프린터를 사용하여 유리기판 위에 8 μm 두께의 어드레스 전극과 24 μm 두께의 백색 유전체 층, 그리고 상·하판의 간극을 유지시키고 각 셀을 분할해주는 130 μm 두께의 스트라이프 구조를 갖는 격벽을 형성하고 격벽 사이에 10 μm 두께의 녹색 형광체를 채워 넣어 제작하였다.

PDP 제조 후에 X선-회절기 (XRD)와 원자현미경 (AFM) 그리고 전자현미경 (SEM)을 사용해서 MgO 박막의 결정 구조와 표면 상태를 확인하고, FEI XL-30 FEG와 Gatan MonoCL 장비를 사용하여 cathode-luminescence (CL) 스펙트럼을 측정 F/F+ center를 확인하는 등 MgO 보호막의 물성 특성을 살펴보았다. 이때 CL 스펙트럼의 측정 조건은 가속전압 3 kV, 측정영역 12 μm × 10 μm 이다. 그 다음 AC PDP의 전기적·광학적 특성을 측정하기 위해서 본 연구실의 진공 챔버 측정 시스템 내부에 상판과 하판을 장착하고, 티보 펌프를

이용해서 1×10⁻⁶ Torr로 챔버를 배기 시켰다. 그 후에 Ar 가스를 250 Torr 주입하고 300 °C에서 1 시간 동안 어닐링을 했고, 어닐링 후에 온도를 실온으로 그리고 챔버 진공도가 1×10⁻⁶ Torr가 되도록 다시 배기를 했다. 마지막으로 Ne+Xe (4 %)의 방전가스를 400 Torr 주입 후 측정 준비를 하였다. PDP 동작을 위해 주파수가 50 kHz이고, 펄스폭이 3.0 μs인 동작 전압 펄스를 상판의 유전 전극 (X)와 스캔 전극 (Y)에 연결하고, 하판의 어드레스 전극은 접지하였다. 전류 프로브 (TCP - A312), 오실로스코프 (TDS - 540C)와 휘도색차계 (CS - 100A)를 이용하여 방전 전류, 방전 휘도, 방전 전압을 측정하여 AC PDP의 동작 특성을 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 방전 휘도, 그림 2는 방전 전압 (Vf), 이차전자방출계수 특성을 측정한 결과로 이차전자 방출계수(γ)는 Paschen law를 이용하여 계산하였다. Paschen law는 다음과 같다.

$$V_f = \frac{A(P \cdot d)}{\ln[B(P \cdot d)/\ln(1+1/\gamma)]} \quad (1)$$

여기서 P는 압력 (400 Torr), d는 전극 간의 간격 (80 μm)이고, Ne+ 이온에 의한 Auger neutralization의 이온화 상수 A는 4cm⁻¹Torr⁻¹, B는 100 V/cm 이다[4,5]. 이 결과에 의하면 여러 증착율 조건들 중에 5 Å/sec일 때가 휘도 특성과 이차전자방출계수가 가장 높으며 방전 전압은 가장 낮은 최고의 특성을 보여주고 있다.

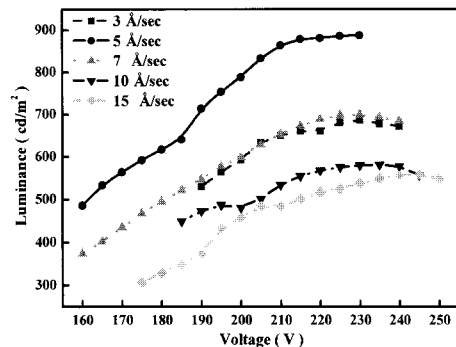


그림 1. 증착율에 따른 방전 휘도 비교.

Fig. 1. Luminance variation with various MgO deposition rate.

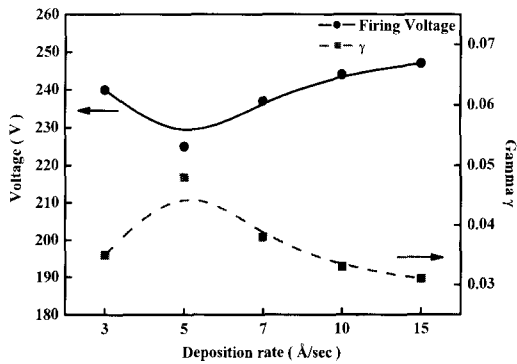


그림 2. 증착율에 따른 방전 전압과 2차전자방출 계수(γ).

Fig. 2. Firing voltage and secondary electron emission coefficients(γ) variation with various MgO deposition rate.

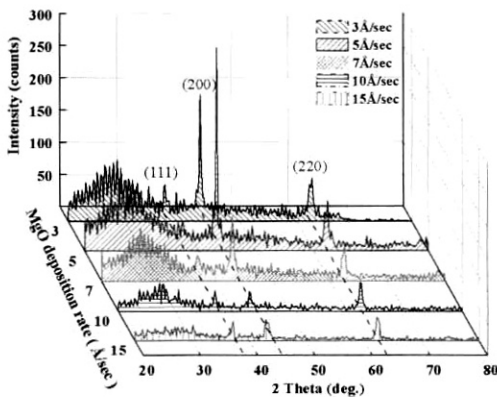


그림 3. 증착율에 따른 XRD spectra.

Fig. 3. XRD spectra of MgO films deposited with the different MgO deposition rate.

그림 3의 XRD 스펙트럼에서 MgO의 증착율이 3, 5, 7 Å/sec과 같이 낮을 때에는 결합 형태가 가장 안정적인 (200) 결정 방향이 주 결정 방향으로 나타나고, 10 Å/sec 이상이 되면 (200) 결정 방향이 사라지는 것을 볼 수 있다. 특히 증착율 5 Å/sec에서 (200) 결정 방향의 intensity가 가장 높았다. 그리고 MgO 보호막의 이온 결합 과정 중에 발생할 수 있는 산소 결합에 불순물 대신 전자가 얼마나 트랩 되어 있는지를 알 수 있는 F/F+ center에 관한 CL 스펙트럼 결과를 그림 4에 나타내었다.

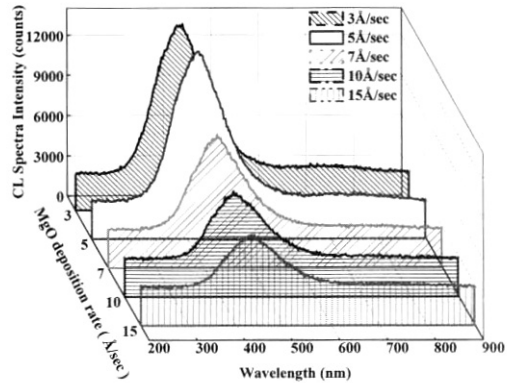


그림 4. 증착율에 따른 CL spectra.

Fig. 4. CL spectra of MgO films deposited with the different MgO deposition rate.

F/F+ center에 전자가 트랩 되어 있다면 F/F+ center의 그라운드 밴드가 MgO의 밸런스 밴드보다 3 eV와 2.96 eV 위에 있어서 전자가 보다 쉽게 이차전자로 방출된다[6,7]. 본 실험에서는 420 nm 파장 영역을 갖는 F+ center의 CL 스펙트럼을 볼 수 있다. CL 스펙트럼의 intensity 역시 증착율이 5 Å/sec에서 가장 크게 나타났다.

4. 결론

본 연구는 MgO 박막을 여러 증착율로 증착하여 박막의 전기적·물성 특성을 측정하였다. 각 증착율에 따른 방전 전압과 휘도를 측정하고 이차전자방출계수를 Paschen's law 통해 계산한 결과, 5 Å/sec에서 가장 낮은 방전 전압과 높은 휘도 및 이차전자방출계수를 확인 할 수 있었다. 그리고 XRD를 사용하여 증착된 MgO 박막의 결정 방향을 측정하고, CL 스펙트럼 측정을 통해 각각의 MgO 박막 F+ center의 intensity를 측정된 결과 5 Å/sec에서 (200)결정 방향과 F+ center도 역시 최대가 됨을 확인할 수 있었다. 이러한 측정 결과를 통해 MgO 박막을 증착하는 최적의 증착율이 5 Å/sec임을 알 수 있었고 (200) 결정 방향과 F+ center가 PDP의 동작 특성에 영향을 미치는 것을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단 지역대학우수과학자지원사업 (KRF-2006-521-D00332) 연구비 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] S. J. Kwon and C. K. J, "Dependence of the discharge characteristics and efficacy on the base vacuum level for a high-efficiency PDP", J. Korean Phys. Soc., Vol. 47, No. 2, p. 371, 2005.
- [2] B. K. Joung, J. S. Kim, S. O. Kwon, K. O. Song, and H. J. Hwang, "A study of the discharge characteristics of a new penning gas in ac-PDPs", J. Korean Phys. Soc., Vol. 49, No. 3, p. 1287, 2006.
- [3] C. H. Park, J. Y. Choi, M. S. Choi, Y. K. Kim, and H. J. Lee, "Effects of MgO thin film thickness and deposition rate on the lifetime of ac plasma display panel", Surface & Coatings Technology 197, p. 223, 2005.
- [4] J. P. Boeuf, "Plasma display panels: physics, recent developments and key issues", J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 36, p. R53, 2003.
- [5] H. D. Hagstrum, "Theory of Auger ejection of electrons from metals by ions", Phys. Rev., Vol. 96, No. 2, p. 336, 1954.
- [6] V. I. Avdeev and G. M. Zhidomirov, "Electronic structure and optical properties of the surface F-centers in MgO: A theoretical analysis by DFT approach", Journal of Structural Chemistry., Vol. 44, No. 6, p. 918, 2003.
- [7] R. I. Eglitis, M. M. Kuklja, E. A. Kotomin, A. Stashans, and A. I. Popov, "Semi-empirical simulations of the electron centers in MgO crystal", Comp. Mate. Sci., Vol. 5, No. 4, p. 298, 1996.