

PDP용 유전체 보호막 재료 개발을 위한 연구 (I) (두께 최적화된 Al_2O_3/MgO 의 열처리 특성)

A study for development of a dielectric protection layer in PDP (I) (The annealing characteristics of thickness-optimized Al_2O_3/MgO)

정진만*, 임기주*, 신경*, 이현용**, 정홍배*

*광운대학교 공대 전자재료공학과

**광운대학교 신기술연구소

Jin-Man Jeoung*, Ki-Ju Yim*, Kyung Shin*, Hyun-Yong Lee**, Hong-Bay Chung*

* Dept. of Electronic Materials Eng., Kwangwoon University

** Institute of New Technology, Kwangwoon University

Abstract

In this study, Al_2O_3/MgO bilayer was prepared with Electron-beam evaporation and the properties of the film was investigated in order to improve the property of MgO film, which is used for the protection layer in PDP(Plasma Display Panel). The thickness of Al_2O_3/MgO bilayer was optimized by the Matrix Theory for the fabrication of antireflection structure for 5350Å wavelength. The secondary electron emission yields of as-deposited film and annealed film were measured and compared, the bilayer was considered for the applicability as PDP. XRD showed the strong (200) primary peak of MgO. The intensity of (200) peak in the film annealed at 300°C was decreased. As the result of SEM analysis for MgO films and Al_2O_3 films, it is considered that the morphology of the films were improved of roughness and it were condensed by annealing.

Key words(중요용어) : PDP(플라즈마 디스플레이 패널), Secondary electron emission yield(이차전자방출효율), MgO(산화마그네슘), Matrix Theory(Matrix 이론), Optimized Al_2O_3/MgO Bilayer(최적화된 Al_2O_3/MgO 이중층).

1. 서론

PDP(Plasma Display Panel)장치는 가스방전에 의한 자외선으로 형광체를 여기하여 그 발광을 이용하는 표시장치로서 CRT(cathode ray tube)의 한계로 여겨지는 37인치 이상의 대화면의 제작에 용이하다. 또한 넓은 시야각과 메모리 기능을 갖는 등

다른 평판 디스플레이 소자에서는 찾아볼 수 없는 고유한 여러 장점이 있어서 차세대 영상디스플레이로서 벽걸이형 wide vision TV, 고화질 TV(HDTV) 및 멀티미디어용 대형 표시 소자로서 기대되고 있는 디스플레이장치이다. [1]

PDP장치는 구동전압에 따라 전극이 플라즈마에 직접 노출되어 방전하는 DC형과 방전 전극을 유전

체로 피복하여 유전체 표면에서의 방전을 이용하는 AC형 PDP가 있다. 여기서 AC-PDP장치의 경우 2차 전자 방출 효율이 매우 높은 MgO를 캐소드 점 유전체 보호층으로 이용함으로써 방전전압의 저하, 방전의 안정성, 방전전압의 균일성과 PDP의 동작을 향상시킬 수 있으나 보호층으로 사용되는 MgO막의 이온 내스퍼터링(anti-sputtering)효과의 개선이 필요하며 비교적 높은 방전개시전압과 방전유지전압을 낮추기 위한 연구가 필요하다. 특히, MgO막은 플라즈마 방전시 방출되는 자외선을 오히려 흡수하여 발광효율을 저하시키는 문제점을 가지고 있다. 또한 순수한 MgO막으로는 아직까지 높은 방전개시전압과 높은 방전유지전압 등에 따른 구동 회로의 높은 비용을 초래한다.

따라서 본 연구에서는 MgO막보다는 낮은 sputtering yield와 자외선 흡수율을 가지는 Al₂O₃막을 MgO막 위에 적층하므로써 유전체 보호층으로 이용되는 MgO막의 장점을 유지하는 방향에서 기존의 단일 MgO보호층의 특성을 개선하고자 한다. 그 첫 단계로서 본 연구에서는 Matrix 이론을 이용하여 5350Å 파장대에서 반사방지 구조(antireflection structure)를 갖는 Al₂O₃/MgO구조의 이중보호층을 최적의 막두께로 제작하고[2] 그에 따른 열처리 효과와 2차전자방출효율등을 조사하고자 한다.

2. 실험방법

Al₂O₃/MgO이중층막의 두께를 최적화하기 위하여 Heavens등에 의해 제안된 Matrix 이론을 기초로 반사를 최소화할 수 있는 두께를 계산하였으며 그에 따른 시료의 준비 과정과 제작과정은 다음과 같다.

시료는 순도 99.93% 단결정 MgO와 순도 99.7% 분말 Al₂O₃를 사용하였다. 여기서 분말 Al₂O₃는 압

축 성형프레스 과정을 거친후 전기로에서 1200℃ 1시간의 가소 과정을 마친 후 사용하였다. 준비된 시료는 corning glass-2948 위에 각각 MgO 와 Al₂O₃ 단일층막 그리고 Al₂O₃/MgO이중층막을 E-beam증착기로 진공도 $\sim 2 \times 10^{-7}$ torr 하에서 증착하였다. 이때 Al₂O₃와 MgO 계면에 다른 불순물이 흡착되지 않도록 E-beam증착기안에 자석으로 형성된 격벽안의 두 개의 boat안에 각각 Al₂O₃분말과 MgO단결정을 넣고 Thickness monitor(INFICON-XTC/2)를 이용하여 앞에 계산한 최적의 두께로 MgO단결정을 증착한 후 바로 Al₂O₃분말을 증착하여 원하는 두께의 Al₂O₃/MgO이중층막을 제작하였다. 열처리하는 증착 직후 증착기 안에서 300℃의 온도로 30분간 시행 하였다.

증착한 박막의 구조는 XRD 와 SEM을 이용하여 분석하였으며 2차 전자 방출 효율은 γ -FIB(광운대 자체제작)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Matrix 이론에 의해 최적화된 두께인 이중층막과 단일층 MgO막과 Al₂O₃막의 증착직후와 300℃ 열처리시의 X-선 회절 분석 그림으로서 증착 직후의 단일 MgO막의 경우 4개의 결정 피크가 관찰되었고, 증착직후 단일 Al₂O₃막은 아몰퍼스 형태를 보임을 알 수 있었다. 그리고 Al₂O₃/MgO이중층막의 증착 직후의 경우 MgO(200)의 결정피크가 강하게 나타남을 알 수 있었다.

300℃ 열처리시에는 MgO막의 경우 2개의 결정 피크가 관찰되었으며 (200)방향의 결정피크가 커지는 것이 관찰되었다. Al₂O₃막은 300℃ 열처리시에도 그대로 아몰퍼스 형태를 보임을 확인되었고 Al₂O₃/MgO이중층막의 300℃ 열처리에는 증착직후의 막보다는 결정피크의 강도가 작아짐이 확인되었

다.

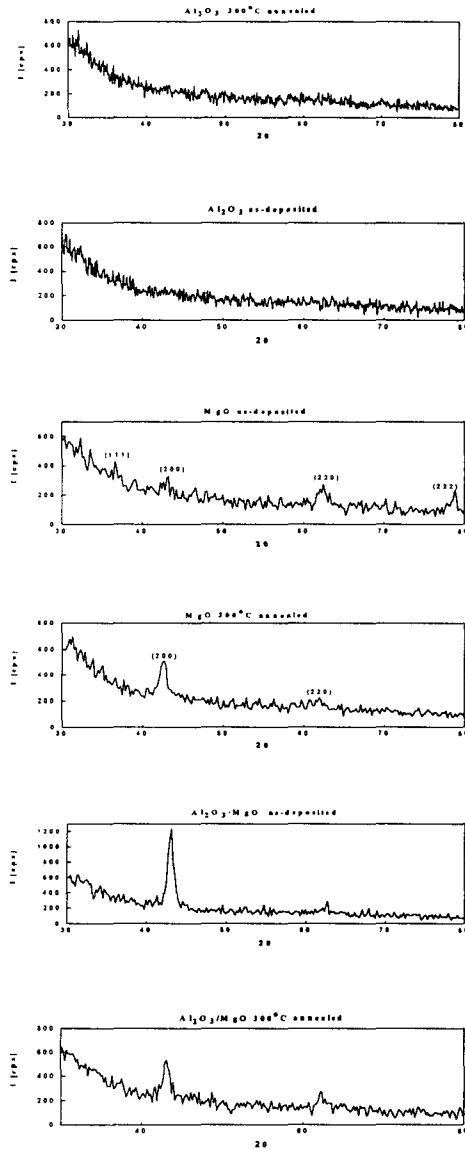


그림 1. 제작한 시료의 XRD 패턴.

Fig 1. XRD patterns of fabricated samples.

이러한 현상은 그림 2의 Matrix 이론에 의해 최적화된 두께인 MgO막의 두께가 2500Å인 경우와 Al₂O₃막의 두께가 700Å인 경우의 Al₂O₃/MgO 이중층막의 증착 직후의 SEM 표면과 단면사진과

Al₂O₃/MgO 이중층의 300°C 열처리시의 SEM 표면과 단면사진을 관찰함으로써 알수있었다. 그림 2에서 알 수 있듯이 증착 직후의 Al₂O₃/MgO 이중층막을 관찰해 보면 단면은 columnar 구조를 형성한 것이 보이며 그리고 단면은 표면 굴곡이 적은 형태로 균일하게 증착되는 것을 확인할 수 있었다. 300°C 열처리시의 Al₂O₃/MgO 이중층의 단면은 막의 두께가 감소함이 보여지며 표면은 두께 감소에 따른 기공이 약간 넓어짐이 관찰된다. 이러한 이유 때문에 결정피크가 감소한 것으로 사료된다.

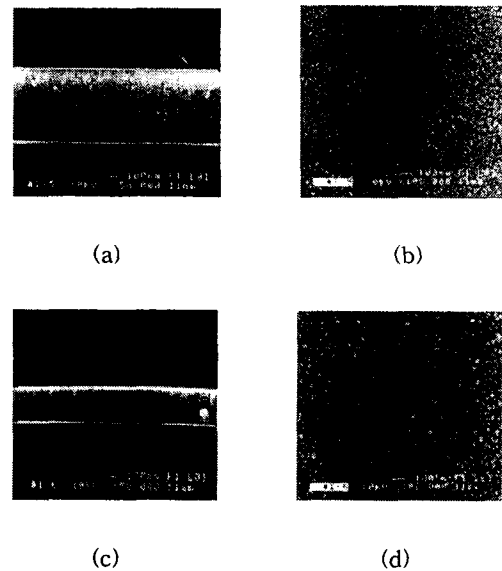


그림 2. 제작한 시료의 SEM 사진.

[(a),(b): 증착직후 Al₂O₃/MgO ,

(c),(d): 300°C 열처리 Al₂O₃/MgO]

Fig 2. SEM micrographs of fabricated samples.

[(e),(f): as-deposited Al₂O₃/MgO

(c),(d): 300°C annealed Al₂O₃/MgO]

그림 3은 Al₂O₃/MgO 이중층막의 입사된 이온에너지에 따른 측정된 이차전자방출효율을 나타낸 그림

이다. 여기서 약 200eV까지의 2차전자방출효율값은 표면 흡착과 오염 때문에 불안정한 값으로 나타나며, 일반적으로 2차전자방출효율값은 이온에너지에 따라서 직선적으로 증가하다가 포화하는 형태를 취하는데 여기서는 약 350eV에서 최대값을 나타낸 후 감소하는 형태를 보였다.

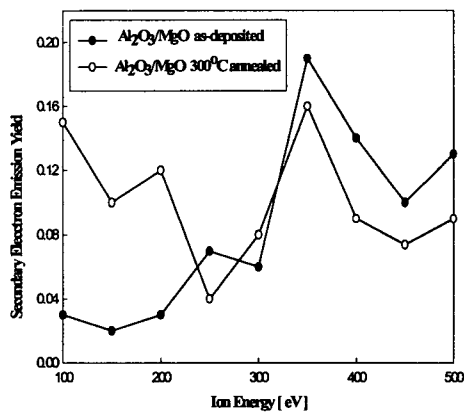


그림 3. 최적화 Al₂O₃/MgO 이중층막의 2차전자방출효율.

Fig 3. The secondary electron emission yield of the optimized Al₂O₃/MgO bilayer.

이러한 감소되는 현상은 현재까지 광운대에서 자체제작된 γ -FIB로 측정된 단일 MgO막의 경우 최대값이 500eV에서 나타나는 것과 비교하면 약 150eV의 낮은 이온에너지에서 최대 2차전자방출효율이 나타남을 의미하며 이로서 낮은 방전개시전압을 얻을 수 있다고 사료되며 300°C 열처리한 Al₂O₃/MgO 이중층막의 경우 증착직후의 막보다 100eV에서 약 4배 높은 2차전자방출효율값을 나타내었다. 이는 증착직후의 막보다는 300°C 열처리시의 막이 초기 2차전자방출효율이 우수하다고 사료된다.

그러나 2차전자방출효율 값이 최대값을 나타낸 후 다시 감소하는 반응은 절연체에서 나타나는 현상인 표면에서의 charging 효과 때문에 표면에서 방출되던 전자가 다시 포획되어 계속 증가하는 2차전자방출효율값을 나타내지 않은 것으로 생각되며 이를 개선하기 위한 방안이 계속 연구되어야 한다고 사료된다.

4. 결론

Al₂O₃/MgO 이중층막의 증착직후막의 2차전자방출효율값은 약 350eV에서 최대값 0.19를 나타낸 후 감소하는 형태를 보였고 300°C 열처리 Al₂O₃/MgO 이중층막은 증착직후의 막보다 100eV에서 약 4배 높은 2차전자방출효율값을 나타내었다.

본 논문에서 연구된 단일 MgO 보호층막의 특성을 개선하기 위하여 두께 최적화조건에 따라 제작한 Al₂O₃/MgO 이중보호층막의 2차전자방출효율 값은 아직 불안정하기 때문에 현재 Al₂O₃/MgO 막에서의 2차전자방출효율과 구동전압의 상관관계로부터 2차전자방출효율 값을 직접 구하기 위하여 방전관을 제작하고 단일 MgO막과 Al₂O₃/MgO 이중층막의 비교 연구가 진행중이다.

참고문헌

[1] J.A. Castellano, "Handbook of Display Technology", Academic Press, New York, 1992.
 [2] Hong-Bay Chung, et al., "The Characteristics and Thickness Optimization of Al₂O₃/MgO for Development of a Protection Layer in PDP", 전기전자재료학회 논문지 게재예정.