

Ion Plating법에 의해 제작된 MgO 박막의 특성 및 AC PDP에의 응용

정 동철, 정 희섭, 신 번재, 황기웅
서울대학교 공과대학 전기공학과

The characteristics of MgO films prepared by Ion Plating and its applications to AC PDP

Dong Cheol Jeong, Heui Seob Jeong, Buhm Jae Shin, Ki Woong Whang
Department of Electrical Engineering, Seoul National University

abstract

MgO(Magnesium Oxide) film was deposited by the Ion Plating method and the characteristics of the MgO films were analyzed by XRD and SEM. The MgO films prepared by Ion Plating were used in AC Plasma Display Panel and breakdown voltage, minimum sustain voltage and memory margin of fabricated panel were investigated.

I. 서론

현재 널리 사용되고 있는 CRT(Cathode Ray Tube)는 경량화, 평면 박형화의 개선에 한계가 있다. 이에 CRT를 대체하고자 하는 노력은 오래전부터 진행되어 왔는데, 그 대표적인 대체 소자로서의 플라즈마 디스플레이 패널은 40 인치 이상의 대형 화면 표시 소자로서는 여타의 표시 소자 보다 우수한 것으로 알려져 있다.⁽¹⁾

플라즈마 디스플레이 패널은 크게 직류 플라즈마 디스플레이 패널과 교류 플라즈마 디스플레이 패널로 분류된다. 직류 플라즈마 디스플레이 패널은 전극면이 방전에 노출되어 있는 형태로서, 간단한 구동회로와 제작이 쉬운 반면에 효율 및 수명 등의 문제점을 안고 있으며, 교류 플라즈마 디스플레이 패널은 전극면이 방전에 노출되어 있지 않은 구조로, 수명이 길고, 휘도가 높은 반면에 full color화, 회색도(Gray Scale)달성 문제, 구동회로의 복잡성, 진공 장비를 이용한 고가의 제작비 등의 문제점을 안고 있다.

교류 플라즈마 디스플레이 패널은 전극면을 방전과 격리시키기 위해 Boro Silicate Glass와 같은 유전체를 사용하게 되는데, 이러한 용도의 유전체들은 방전시 이온에 의한 충격에 매우 약하기 때문에 오랜 시간 패널을 구동하기에 적합하지 못하다. 이러한 문제를 보완하기 위해서 유전체 표면에 이온 충격에 강한 물질층을 증착시키는 연구가 오래동안 계속되어 왔는데, 이온 충격에 강하면서 동시에 2차 전자 방출계수가 높아 방전전압을 최대한 낮출 수 있는 MgO(Magnesium Oxide)가 가장 적합한 물질이라고 알려져 있다.

패널의 제작시 MgO막을 증착시키는 데는 E-beam 증착기가 가장 널리 쓰이는데 공정상 기관(유리)의 온도를 400°C 이상 올리지 못한다는 단점이 있다. 그에 반해서 이온 플레이팅법은 막의 성질이 기관의 온도와 기관에 인가하는 Bias 전압에 의해 조절되므로 좀더 광범위한 막의 성질을 얻을 수 있다고 하였다.

이온 플레이팅의 장점으로는 막의 밀착성이 우수하고, 복잡한 형태의 표면에 균일한 증착이 가능하며, 비교적 높은 증착속도를

갖으며 결정성 제어를 할 수 있다는 것이다.⁽⁴⁾

본 논문에서는 교류 플라즈마 디스플레이 패널의 가장 핵심적인 부분이라 할 수 있는 Protecting layer인 MgO막을 HCD(Hollow Cathode Discharge) gun을 이용한 Ion Plating법으로 만들어 공정 조건에 따른 막의 성질을 고찰하였고, 이렇게 만들어진 MgO 막을 교류 플라즈마 디스플레이 패널에 응용하여 그 기본적인 특성을 관찰하였다.

II. 본론

1. 실험 장치 및 방법

본 실험에서 MgO막을 증착하는 데 사용한 시스템(System) 그림 1과 같다. 진공조는 직경 800mm, 길이 800mm인 원통형 구조로 SUS-304로 만들어졌으며 10-6mbar까지의 배기능력을 가지고 있다. HCD gun은 외경 8mm, 내경 6mm, 길이 70mm의 Ta tube를 사용했으며, hearth는 구리로 제작되었고, 이들은 수냉되면서 동작한다. 히터는 할로겐 램프 히터를 사용하여 400°C까지 가열할 수 있다. Bias 전원으로서는 100kHz HF Generator를 사용하였다.

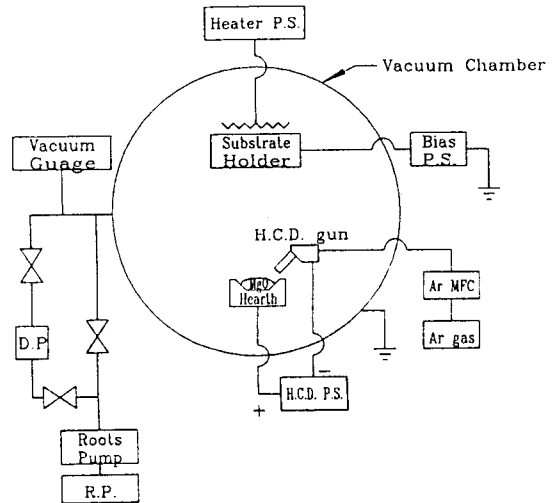


그림 1. 실험 장치의 개략도

시편은 가장 널리 쓰이는 9mm×9mm Soda-lime glass를 아세톤 세척후 사용하였다. MgO는 순도 99.5%를 사용했으며, 플라즈마막 유지를 위한 Ar gas의 유량은 MFC(Mass Flow Controller)를 통해 조절하였다.

Self Bias 전압, 유리의 온도 등을 공정 변수로 잡았고, 고정된 공정조건은 gun 전류 200A, Ar 유량 100SCCM, 공정압력은 2×10^{-2} mbar이고, 공정시간은 4분으로 했다.

2. 실험 결과

2-1. 증착속도

시편의 증착면의 일부를 mask로 가리고 나머지 부분만을 증착한 후, 두 표면의 경계를 α -step을 이용해서 두께를 측정하여 증착속도를 측정했다.

Self Bias에 따른 증착속도를 그림 2에 나타내었다.

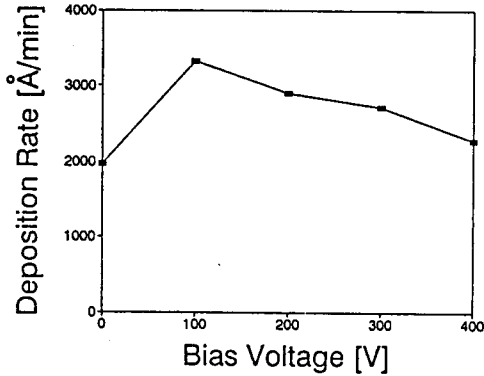


그림 2. Bias 전압에 따른 증착속도 (Ts=100°C)

Bias 전압이 높아짐에 따라 입사되는 이온 flux가 많아지며 이온 에너지도 증가하고 이 증가된 이온 에너지는 계면에 활성화 에너지를 주게 된다. 많아진 이온 flux와 증가된 이온 에너지에 의해서 박막의 증착속도가 증가된다고 생각된다. 그러나 Bias전압이 더 증가하게 되면 오히려 가속된 이온이 스퍼터링을 일으켜 증착속도가 줄어드는 것으로 생각된다.

2-2. X-ray diffraction

XRD를 이용하여 MgO 박막의 미소구조를 분석하였다. 기판이 결정성이 없는 유리이므로 관찰된 peak는 모두 MgO의 peak로 볼 수 있다. Bias 전압 변화와 기판 온도 변화에 따른 우선 방향 결정 성장의 변화를 그림 3과 그림 4에 나타내었다. 그림 3에서는 Bias 전압이 증가함에 따라 (200) 방향의 성장이 감소하는 반면, (220) 방향의 성장이 증가함을 알 수 있고, 그림 4에서는 기판의 온도가 높을 수록 (200) 방향의 성장이 증가함을 알 수 있다.

2-3. Panel Test

MgO막의 물성을 측정된 뒤 실제로 교류 플라즈마 디스플레이 패널을 제작하여 그 기본적인 특성을 측정하였다. 전극의 구조는 기본적인 Dot Matrix 형태로 설계되었으며, 전면 유리에는 투명 유전체를 사용하여 빛이 보일 수 있도록 하였다. 두 전극 사이의 거리는 100 μ m 정도이고 패널의 내부 압력과, 방전 유지를 위한 인가전압의 주파수를 변수로 하여 방전 개시 전압, 최소 방전 유지 전압, 그리고 Memory Margin 등을 측정하였다.

그림 5와 그림6은 각각 압력과 Sustain 주파수에 따른 방전

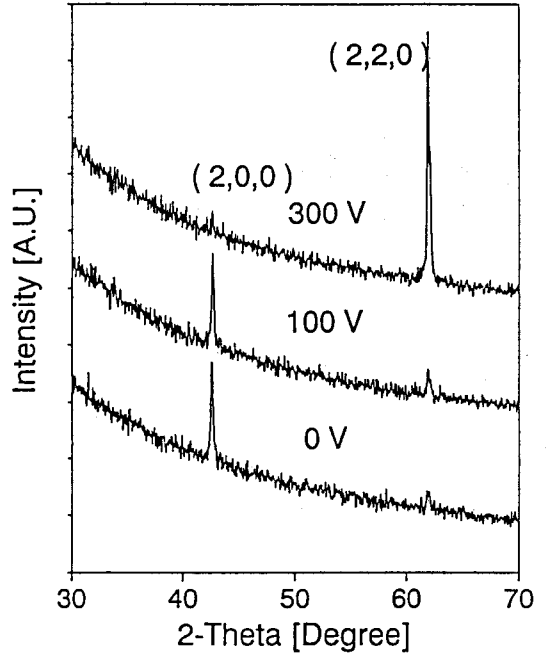


그림 3. Bias 전압에 따른 XRD 스펙트럼(Ts=100°C)

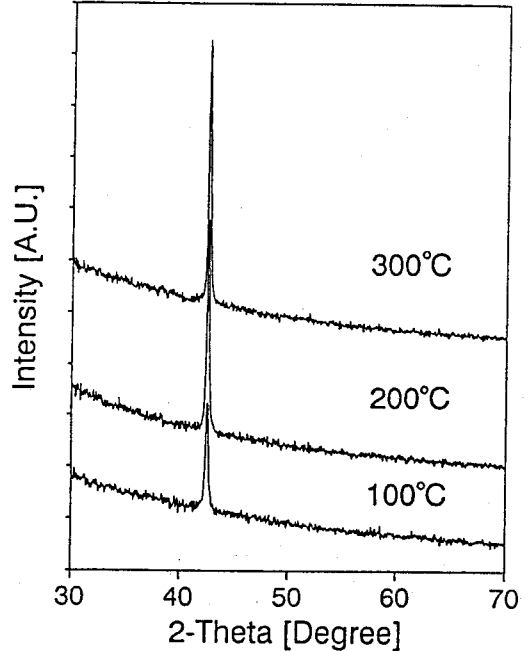


그림 4. 기판 온도에 따른 XRD 스펙트럼(Bias : 200V)

개시전압을 나타낸다. 300-400 Torr, 20-30kHz에서 에서 방전 개시의 최소 전압이 나타나는 것으로 측정되었다.

그림 7과 그림 8에서는 각각 압력과 Sustain 주파수에 따른 최소 방전 유지 전압을 나타낸다. 압력이 높을 수록, Sustain 주파수가 낮을 수록 최소 방전 유지 전압은 작아지는 것으로 측정되었다.

그림 9와 그림 10은 압력과 Sustain 주파수에 따른 Memory Margin을 나타낸다. 방전 개시 전압과 최소 방전 유지 전압의 차이인 Memory Margin은 실제 교류 플라즈마 디스플레이 판

법을 구동하는데 있어서 중요한 부분인데, 그 폭이 될 수록 실제 패널의 구동이 안정화될 수 있다. 실험 결과에서는 모든 조건에 대해서 Memory Margin이 30V가 넘는 것으로 나타났다.

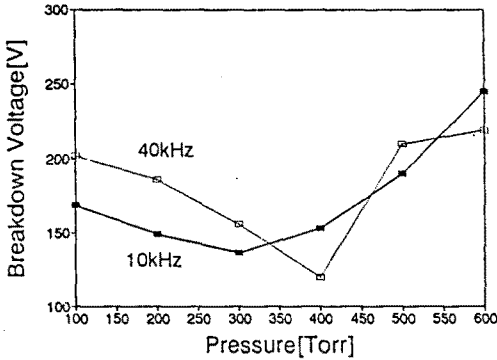


그림 5. 압력에 따른 방전 개시 전압

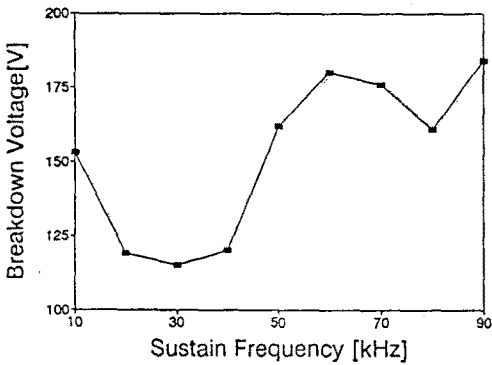


그림 6. Sustain 주파수에 따른 방전 개시 전압(P=400Torr)

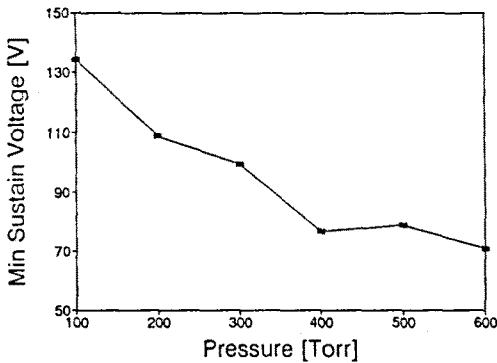


그림 7. 압력에 따른 최소 방전 유지 전압($f_s=30\text{kHz}$)

III. 결론

본 논문에서는 Ion Plating법을 이용하여 MgO 막을 증착시킨 교류 플라즈마 디스플레이 패널의 기본적인 특성을 조사하였다.

막의 증착시 기판의 bias가 증가함에 따라 증착 속도는 증가하다 다시 감소하였으며 XRD 스펙트럼 상의 (200) peak는 감소하고 (220) peak는 증가하였고, 기판의 온도가 증가함에 따라 peak의 크기가 증가했다.

만들어진 패널은 400Torr의 압력과 30kHz의 sustain 주파수에서 방전 개시전압 110V, 최소 방전 유지 전압 78V, memory

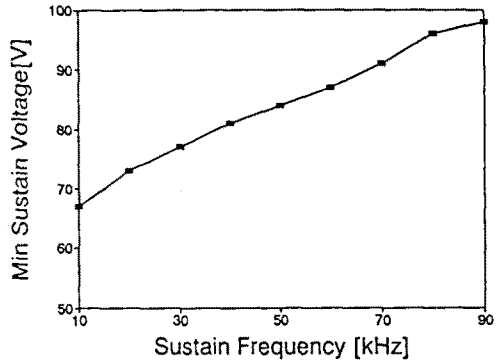


그림 8. Sustain 주파수에 따른 최소방전유지전압(P=400Torr)

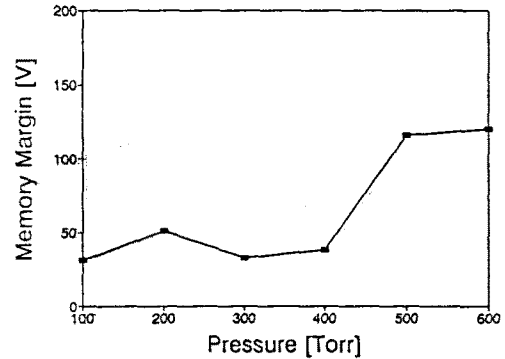


그림 9. 압력에 따른 memory margin($f_s=30\text{kHz}$)

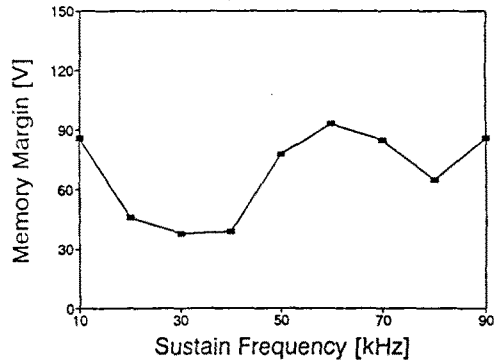


그림 10. Sustain 주파수에 따른 memory margin(P=400Torr)

margin 32V 등으로 측정되었다.

Reference

- 1) Lawrence. E. Tannas, "Flat Panel Display and CRT", V.N. Reinhold Company, New York, 1985
- 2) Toshinori Urade, et al. "A Protecting Layer for the Dielectric in AC Plasma Panels", IEEE ED-23, pp 313, 1976
- 3) Tsutae Shinoda, et al. "Low Voltage Operated AC Plasma-Display Panels" IEEE ED-26, pp 1163, 1979
- 4) Rointan F. Bunshah, et al. "Deposition Technoloies for Films and Coatings", Noyes Publication, New Jersey, 1982