

**Bipolar pulse power를 사용하여 증착한 MgO 박막의 특성에 관한 연구**

김영수\*, 김성환, 송근영, 최준영, 정해영\*, 서정현\*\*, 이석원  
 인하대학교, LG전자\*, 인천대학교\*\*

**A study on the Characteristics of MgO Thin Films  
 Deposited by Bipolar pulse power**

Young-Su Kim, Hoon-young Choi, Hai-young Jung\*, jung-hyun Seo\*\*, Seok-hyun Lee  
 Inha University, LG Electronics\*, Incheon University\*\*

**Abstract** - AC PDP(Plasma Display panel)에서 MgO 보호막은 방전공간에 직접 노출되어있기 때문에, AC PDP의 수명과 방전 특성에 직접적인 영향을 미친다. 그동안 보다 좋은 특성의 MgO 보호막을 증착하기 위한 연구가 Magnetron-sputtering, E-beam, Ion-plating 등 여러 가지 방법에 의해 진행 되어 왔다.

본 논문에서는 Bipolar pulse power를 사용하여 sputtering 방법으로 MgO 보호막을 증착하여, 그 전기적, 광학적 특성을 기존의 magnetron-sputtering 방법으로 증착한 MgO 보호막과 비교 하였다. 그 결과 Bipolar pulse power를 이용한 MgO 보호막의 결정립이 더 크게 나타났으며 그것으로부터 AC PDP의 수명향상에 효과가 있을 것으로 사료된다.

1. 서 론

AC PDP(Plasma Display panel)는 대화면 평판 디스플레이 소자로 40 인치 이상의 대화면을 구현하는데 있어서 가장 적합한 소자로 알려져 있다. AC PDP는 미소 cell내에 일어나는 방전 현상을 이용하여, 화상을 구현한다. AC PDP내에서의 방전의 형성은 전극내의 전계에 의해 가속된 전자가 충돌을 통해 가스 입자들을 이온화시키고, 이때 생성된 전자가 다시 전계에 의해 가속되어 반응기체의 이온화를 촉진시키는 메커니즘과, 가속된 이온들이 음극 면에 충돌할 때 방출되는 2차 전자에 의한 메커니즘으로 형성된다.[1] 이때 MgO 보호막은 방전 시 유전체와 전극을 보호하는 역할을 하게 되고 이때, 방전 공간에 직접 노출되게 된다. 따라서 MgO 보호막의 특성은 PDP의 방전에 직접적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 즉 MgO 보호막의 물리적, 전기적 특성에 따라 AC PDP의 방전 현상이 많은 영향을 받을 것임은 자명하다. 그동안 여러 가지 증착 방법을 통하여 MgO가 증착되어 왔다. 현재 까지 MgO 증착에 이용되고 있는 방법들은 Magnetron sputtering 방법, E-beam 증착[4], Ion plating법[3] 등이 있는데, 각각의 증착방식에 따라 MgO 보호막의 물리적, 전기적 특성은 차이를 보이고 있다. 이중 Magnetron sputtering 방법으로 증착한 MgO의 특성이 가장 우수하다고 알려져 있다.

본 논문에서는 Bipolar pulse power를 사용하여 sputtering 방법으로 MgO 보호막을 증착하여, 그 특성을 기존의 Magnetron-sputtering 방법으로 증착한 MgO 보호막과 비교 하였다. 분석한 박막의 물성은 XRD (X-ray Diffraction)에 의한 결정성, SEM (Scanning Electron Microscopy)에 의한 Morphology, a-step에 의한 증착속도를 비교 하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

그림 1은 본 실험의 개략도 이다. 기존의 RF 전원을

이용한 Sputtering 장비로 증착시간, Input power, 압력, Target-substrate 사이의 거리등을 변수로 하여 MgO를 증착하고, Symmetric Bipolar pulse power를 사용하여 증착한 MgO와 비교 하였다. MgO 증착에 사용된 기판은 Soda lime glass이다. 시료의 cleaning은 acetone용액에 초음파 세척 과정을 거친 후, methanol로 세척한 다음 N<sub>2</sub> gas 로 말린 후 즉시 chamber에 장착하였다. Target 은 순도 99.999%의 Mg Target을 사용하였고, sputter gas로 Ar과 O<sub>2</sub> gas를 사용했고, gas의 양은 MFC(mass flow controller)를 이용하여 조절하였다.

그림 1은 본 실험에 사용된 sputter 장치의 개략도이다. 실험 시 Rotary Pump와 Turbo Pump를 이용하여 초기 진공도를 10<sup>-7</sup> Torr 이하로 pumping한 다음 여러 가지 변수에 따라 MgO를 증착하였다. 증착 조건은 표 1과 같다.

표 1. 증착조건

	RF-Magnetron	Bipolar pulse
Power	3.5-7.3 W/cm (13.56Mhz)	4.8-7.3 W/cm (50kHz, duty20%)
Target-substrate distance	8cm - 12cm	8cm - 12cm
Pressure	30-40 mTorr	30-40 mTorr
Deposition time	3 - 5 hour	3 - 5 hour
Substrate Temperature	0° - 300°C	AT

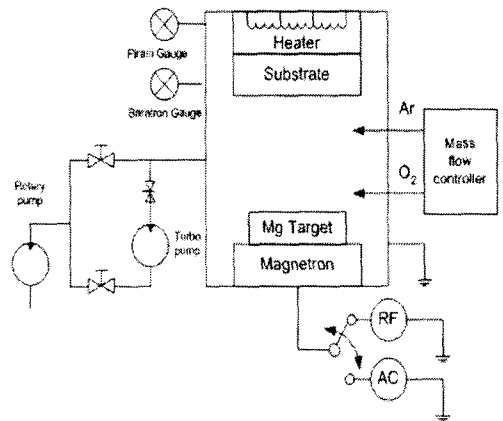


그림 1. 실험 장비 개략도

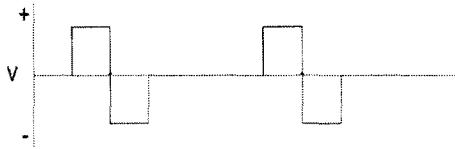


그림 2. Symmetric Bipolar pulse

## 2.2 결과 및 고찰

### 2.2.1 증착 속도

증착된 박막의 두께는 glass 기판위에 유성 펜으로 표시한 다음 증착 후 acetone으로 지워 단차를 만들어  $\alpha$ -step 을 이용하여 측정 하였다. RF power를 이용한 경우와, Symmetric bipolar pulse power를 이용한 경우 증착 속도는 25 ~ 30 Å/min 정도로 비슷하게 나타났다.

그림 3은 Input power 증가에 따른 deposition rate를 보여 주고 있다. power 가 증가하면 증착 속도가 거의 선형적으로 증가함을 볼 수 있다.

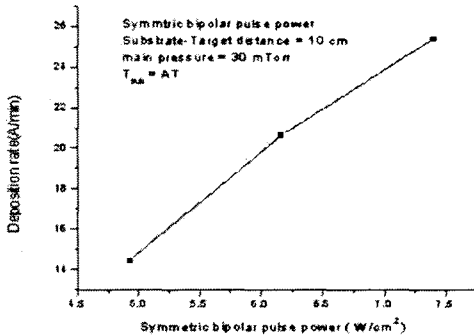


그림 3. Input Power 에 따른 Deposition rate

그림 4 는 30mTorr에서 50mTorr 까지 압력 변화에 따른 증착 속도를 나타낸다. 본 실험에서는 압력이 증가할수록 증착속도가 낮아지는 경향이 보이는데, chamber 내부의 압력이 커질수록 Ar 이온이 충분한 에너지를 갖지 못하고 Target으로 입사하여 sputter 효율이 떨어져 증착속도가 감소한다고 생각된다.

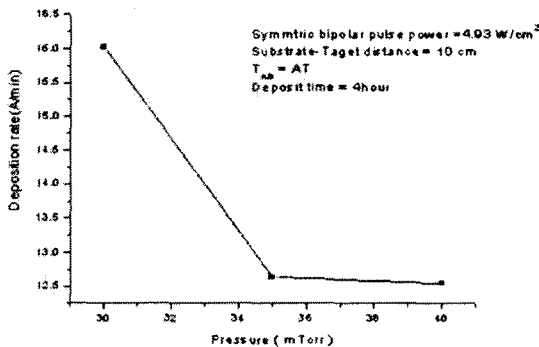


그림 4. 압력 변화에 따른 Deposition rate

### 2.2.2 결정성 분석(XRD)

그림 5, 6, 7 은 Symmetric Bipolar pulse를 이용해 증착한 MgO 박막의 결정성의 변화를 나타낸 것이다.

먼저 그림 5는 Input power(50khz, duty20%)를 4.8 W/cm<sup>2</sup> 에서 7.3 W/cm<sup>2</sup> 까지 변화시켜가면서 증착한 시료의 XRD pattern 이다. 이때의 증착 조건은 공정 압력 30 mTorr, 증착시간 4시간, substrate-target 거리 10cm 그리고 상온의 기판온도에서 증착하였다. power 가 증가할수록, (200) 방향의 결정성이 증가하는 경향을 나타내었다. Input power 의 조절을 통하여 (200) 방향의 peak 를 제어할 수 있었다.

그림 6은 증착 시간에 따른 XRD 경향성이다. Input power(50khz, duty20%) 4.8 W/cm<sup>2</sup>, 공정 압력 30 mTorr, substrate-target 거리 10cm, 상온의 기판온도에서 시간에 따라 MgO를 증착하였다. 증착시간이 길어지면서, 특별한 결정성의 증가는 보이지 않는다. 단지 (111), (200)방향의 peak가 조금 증가하는 경향을 보인다.

그림 7은 기판과 타겟 사이의 거리 변화에 따른 결정성의 변화를 보여주고 있다. 거리가 멀어질수록 (111) 방향의 결정성이 증가하는 경향을 보인다. 거리에 따라서 (111) 방향의 결정 peak 제어가 가능했다.

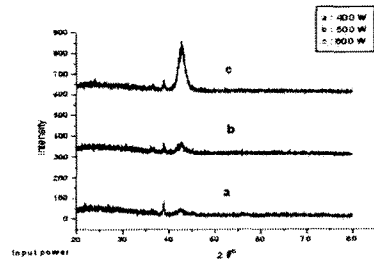


그림 5. Input power 에 따른 XRD

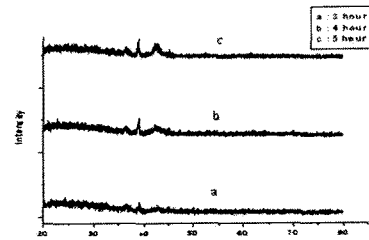


그림 6. 증착 시간에 따른 XRD

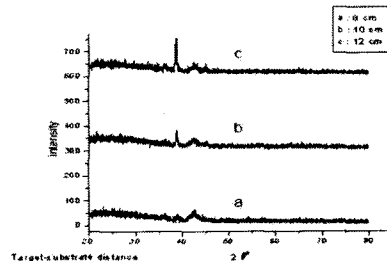


그림 7. Substrate-Target 거리 변화에 따른 XRD

### 2.2.3 표면 형상(SEM)

그림 8은 증착시간에 따른 표면 형상이다. 우측 시료의 증착 조건은 RF power 4.8 W/cm<sup>2</sup>, 공정압력 30 mTorr, 기판-타겟 사이의 거리 10cm, 기판 온도 200°C 이고 증착시간을 3시간에서 5시간까지 늘려가며 증착한 시료이다. 좌측은 Symmetric Bipolar pulse power 4.8 W/cm<sup>2</sup> 로 하여 공정압력 30 mTorr, 기판-타겟 사이의 거리 10cm, 기판 온도 상온인 조건에서 증착했다. 시료 측정 결과 두개의 조건 모두에서 증착 시간이 증가함에 따라 결정립의 크기가 증가하는 경향이 나타난다. 그리고

Symmetric Bipolar pulse power를 사용하여 증착한 시료의 결정립이 더 크게 증착되는 것이 관찰된다.

그림 9는 Symmetric Bipolar pulse power로 증착한 시료의 공정 압력에 따른 표면 형상을 보여준다. 30 mTorr ~50 mTorr 까지 압력을 변화시키면서 측정한 그림이다. 공정 압력이 점차로 증가함에 따라 결정이 더욱 치밀해지고, 결정 방향이 뚜렷하게 나타난다.

그림 10은 Input power를 4.8 W/cm<sup>2</sup> 에서 7.3 W/cm<sup>2</sup> 까지 변화시키면서 증착한 시료의 그림이다. Input power가 증가함에 따라 결정립의 크기가 증가하는 현상이 나타난다.

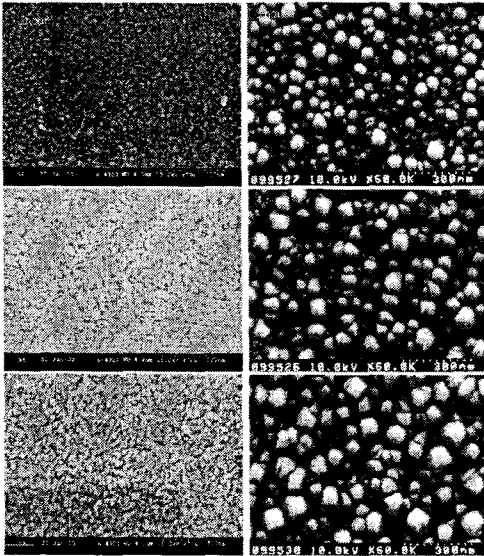


그림 8. 시간변화에 따른 표면 SEM images  
(좌 : RF power, 우 : Symmetric Bipolar pulse power)

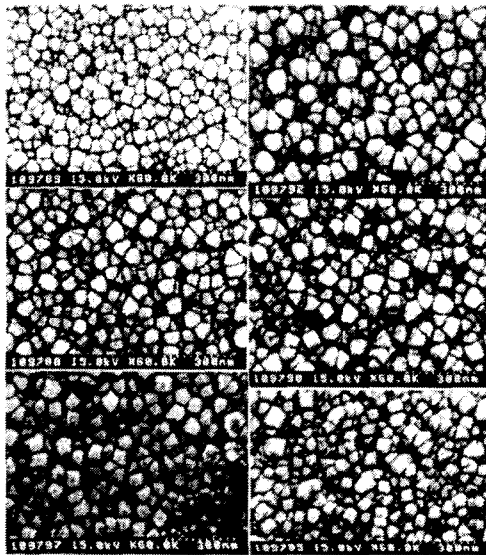


그림 9. 공정압력변화      그림10. Input power변화

### 3. 결      론

본 연구에서는 Symmetric bipolar pulse power를 이

용하여 증착한 AC PDP의 MgO 보호막의 특성을 관찰하였다. 증착 시 plasma source 로 Rf power 대신에 Symmetric bipolar pulse를 사용함으로써 Arc 에너지를 보다 효율적으로 조절 할 수 있게 되고, 따라서 Ar 이온이 target에 입사 할때 보다 안정되게 입사하게 되고 균일한 sputtering이 진행된다. 그러므로 보다 큰 grain의 박막을 형성시킬 수 있었다. 연구 결과를 요약하면,

1) RF power와 Symmetric bipolar pulse power를 이용하여 증착한 MgO의 증착속도의 차이는 없었다.

2) Symmetric bipolar pulse power를 이용하여 증착한 MgO의 XRD peak 값이 RF power를 이용하여 증착한 MgO 보다 더 크게 나타났다. Symmetric bipolar pulse power를 사용하여 증착할 경우 Input power의 증감에 따라 (222) 방향의 결정성 peak 제어가 가능하고, 기판과 타겟 사이의 거리 변화에 따라 (111) 방향의 peak 제어도 가능하다. 여러 가지 증착조건들을 변화시키기에 따라서 내 sputter 성이 우수한 (111) 방향의 박막 증착이 가능 하였다.

3) SEM image 측정 결과 Symmetric bipolar pulse power를 사용하여 증착한 MgO의 grain 크기가 Rf power를 사용 했을 경우와 비교하여 더 증가하였다. 따라서 Symmetric bipolar pulse power를 사용하여 증착한 MgO 박막이 RF power를 사용하여 증착했을 경우보다 수명이 증가할 것이 라고 사료된다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 손충용, “고주파 마그네트론 스퍼터링 법에 의해 형성된 교류형 플라즈마 디스플레이용 MgO 박막의 특성 연구”, 한양대학교 석사 학위 논문, p. 31, 1997
- [2] Yiri P.Raizer, “Radio Frequency Capacitive discharge”, 단행본, 권호, p. 268-269, 1995
- [3] C. K. yoon, J. K. Kim, Y. W. Chung, s. h. Ahn, J.-H. Yang, and K. W. Whang, SID 97 digest, p. 611, 1997
- [4] H. Uchiike, S. Harada, SID 92 Digest, p. 444, 1992