

AC PDP의 불평형 마그네트론 스파터링에 의해 형성된 MgO 박막의 특성에 관한 연구

A Study on the MgO thin film prepared by Unbalanced Magnetron Sputtering in AC PDP

金榮奇, 朴正泰, 金榮大, 朴正后, 曹井守

Young-Kee Kim, Jung-Tae Park, Young-Dae Kim, Chung-Hoo Park, Jung-Soo Cho,
Dept. of Electrical Engineering, Pusan National University

Abstract - In this paper, we investigated the characteristics of MgO thin film prepared by unbalanced magnetron sputtering(UBMS) in surface discharge type AC PDP. The minimum discharge voltage is obtained for the sample of substrate bias voltage -10V. Moreover, the anti-sputtering characteristics of MgO thin film by UBMS is improved about 40% than one of balanced magnetron sputtering(BMS)

Key Words : PDP(Plasma display panel), MgO Protecting Layer, Unbalanced magnetron sputtering

1. 서 론

AC PDP는 유전체 보호층인 MgO 표면에서 형성되는 표면방전에서 방사된 자외선이 형광체를 여기하여 얻어지는 가시광을 이용하는 디스플레이이다. MgO박막은 Penning 방전가스와 직접 접촉하고 있으며 AC PDP의 방전특성 및 수명에 직접 영향을 미치게 된다. 현재 AC PDP에서 최대 현안 문제로 떠오르고 있는 휘도 및 발광효율의 향상, 높은 Contrast의 실현, 전력손실의 저감 및 제조 비용의 삭감 등과 관련하여 연구되어야 할 많은 과제 중에서 MgO박막의 특성 개선에 관한 연구는 다른 연구에 선행되어야 할 가장 중요한 과제중의 하나이다 [1,2].

현재까지 알려진 MgO 박막을 형성하는 방법으로는 스파터링 및 E-beam 증착법, 이온 플레이팅(Ion plating) 방법과 후막인쇄법(Screen printing)등이 있다. 본 연구에서는 유지전극상에 형성된 유전체에 Unbalanced magnetron sputtering(UBMS)에 의한 MgO 제작 조건과 AC PDP의 방전특성과의 상관관계를 고찰하였다.

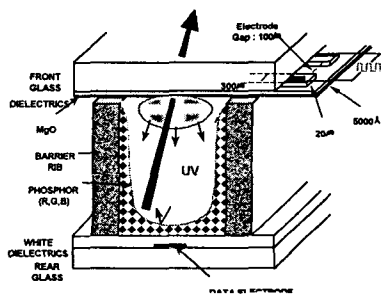


그림 1. AC PDP의 개략도

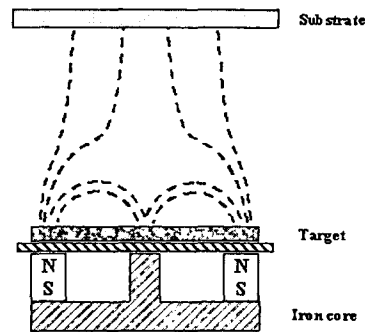


그림 2. 불평형 마그네트론 스파터링의 개략도

2. 실험 방법

그림 1은 AC PDP 단위 방전셀의 개략도를 나타내고 있다. 본 실험에서는 표면방전을 형성시킬 수 있는 전면 판넬(Front panel)을 제작하여 실험을 행하였으며 시료는 먼저 70mm×90mm×3mm의 창유리 위에 Ag 페이스트(Noritake co., NP-4731C)를 사용하여 스크린 프린팅(Screen printing, ATMA co., type AT-600H/E)에 의해 전극을 형성하였다. 방전전극의 치수는 전극폭 300μm, 전극간격 100μm로 기판위에 10조를 형성하였다. 프린팅으로 형성된 전극은 건조로에서 온도는 120℃, 시간은 10분정도 건조한 후, computer 제어용 소성로에서 소성하였다. 전극소성 후 전극상에 유전체층을 형성하였으며 유전체층의 재료는 SiO₂계로서 하층용과 상층용 유전체 페이스트(Noritake co. NP-7972C, NP-7973C)를

사용하여 각각 1회 프린팅한 후 건조 및 소성공정을 거쳤다. 소성 후 유전층의 두께는 약 20 μ m였다.

그림 2는 불평형 마그네트론 스파트링 (Unbalanced magnetron sputtering : UBMS)의 개략도를 나타내고 있다. 그림 2에서 알 수 있듯이 평형 마그네트론 스파트링과 비교하면 외부자극에 비해 중심자극을 약하게 하면 외부자극에서 나온 자력선은 중심자극으로 향하여 터널을 만들지만, 여분의 자력선은 외부로 향해 기판에 도달한다. 이와 같은 자력선분포를 가진 음극을 불평형 마그네트론 (Unbalanced magnetron)이라 한다. 기판으로 향하는 자력선에 의해 플라즈마의 일부를 기판방향으로 인출하기 때문에 어시스트용 이온을 유효하게 이용할 수 있게 된다[3,4].

소성된 유전층 위에 불평형 마그네트론 스파트링 (Unbalanced magnetron sputtering)법을 사용하여 동작 압력 4mTorr하에서 기판 온도 150 $^{\circ}$ C로 MgO 보호층을 형성시 RF Power와 기판 bias 전압에 따른 MgO 박막의 방전특성 및 내스파트링성을 고찰하였다. RF Power는 0~250W 범위로 하였으며 기판 bias 전압은 0~-50V 범위로 하였다. MgO 박막의 두께는 약 5000 Å 으로 일정하게 증착한 후 조건에 따라 실험을 행하였다.

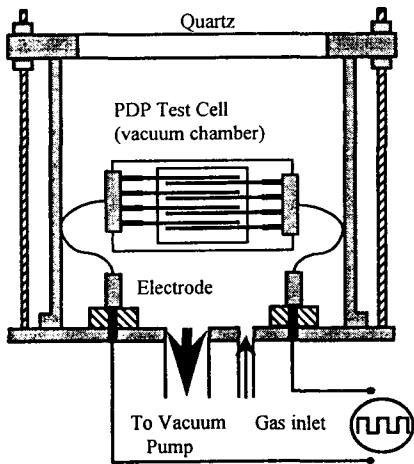


그림 3 방전 챔버의 개략도

그림 3는 주어진 조건하에서 MgO박막의 방전특성 측정용 진공조이다. 진공조는 직경 12cm, 높이 17cm의 원통구조로 되어 있으며, 진공조의 상부면은 석영창으로 하여 진극의 방전상태 및 발광특성을 외부에서 용이하게 관찰할 수 있도록 제작하였다. 압력변환기(Setra co. Model 280)와 디지털 디스플레이(GLA co. MD-1000)를 조합하여 진공도를 간편하게 확인할 수 있도록 하였다. 방전실험에서는 초기 배기한 후 He+Xe(1%) Penning 동작가스를 주

입하여 방전압력 300Torr에서 방전특성 실험을 실시하였다. 방전실험에서는 교류 구형파 펄스전압(펄스주파수 30kHz)을 단계적으로 증가하여 처음으로 셀이 켜지는 전압인 방전개시전압(V_i)을 측정하고, 전체 방전셀을 발광하도록 전압을 상승시킨 후 단계적으로 전압을 감소하여 방전 셀이 최초로 꺼지기 시작하는 전압인 방전유지전압(V_s)을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 4는 RF Power와 기판 bias 전압에 따른 이온 전류를 나타내고 있다. 기판과 타겟과의 거리는 60mm이며 이온 전류 측정용 전극은 직경 35mm를 사용하여 이온 전류를 측정하였다. 이온 전류는 bias 전압과 RF Power가 증가함에 따라 상승하였다. 특히 bias 전압이 -40V 이상이 되면 이온 전류는 급격히 상승하는 경향을 나타냈으며, -50V 이상이 되면 챔버내의 플라즈마가 불안정한 상태로 되어 스파크가 발생하였다.

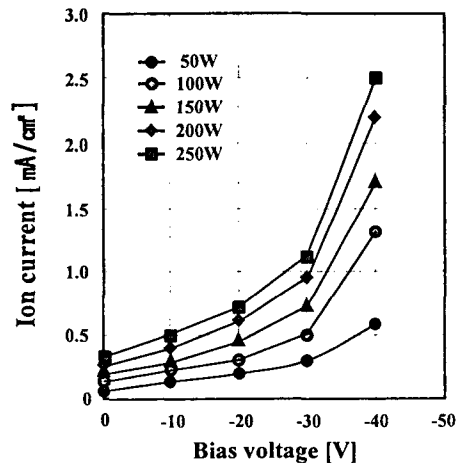


그림 4. RF Power와 기판 Bias 전압에 따른 이온 전류

그림 5는 MgO 박막 형성시 기판 bias 전압에 따른 방전개시전압 특성을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 방전개시전압은 기판 bias 전압이 감소함에 따라 저하하다가 -20V 이하로 되면 오히려 상승하였다. 방전개시전압의 최소값은 기판 bias 전압 -10V에서 얻어졌으며 평형 마그네트론 스파트링 (Balanced magnetron sputtering : BMS)의 183V에서 175V로 약 8V정도 방전개시전압이 저하하였다. 그 이유는 UBMS의 자력선의 일부가 기판으로 향하므로 이온 어시스트 역할을 하여 MgO 박막의 결정성장에 도움을 주지만, 기판 bias 전압이 -20V 이하로 되면 이온 에너지가 너무 커져서 MgO 박막에

damage를 주기때문으로 생각된다.

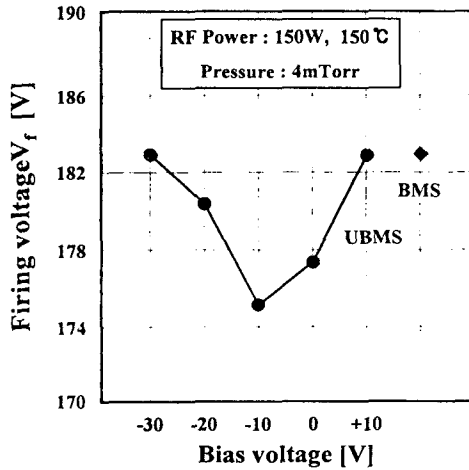


그림 5. 기판 Bias 전압에 따른 방전개시전압

그림 6은 기판 bias 전압에 따른 방전유지전압을 나타내고 있다. 방전유지전압 특성은 그림 5의 방전개시전압 특성과 유사한 경향을 나타내었다. 그러나, 그림 5의 방전개시전압과 비교하여 방전유지전압 특성에 대한 기판 bias 전압의 영향은 감소하였다. 즉, 기판 bias 전압 -10V의 방전개시전압은 약 8V 저하하였으나, 방전유지전압은 3.5V정도만 저하하였다. 이상에서와 같이 방전개시전압이나 방전유지전압이 저하됨에 따라 AC PDP의 구동회로 IC 단가를 저하시킬 것으로 기대된다.

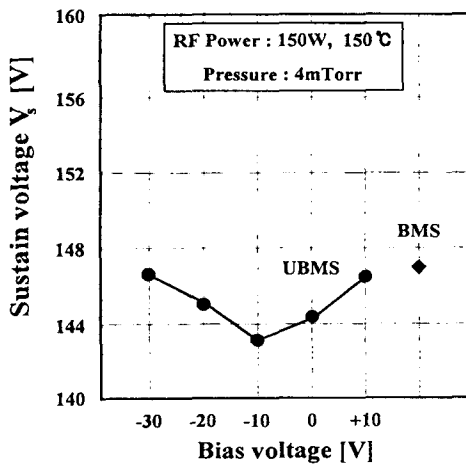


그림 6. 기판 Bias 전압에 따른 방전유지전압

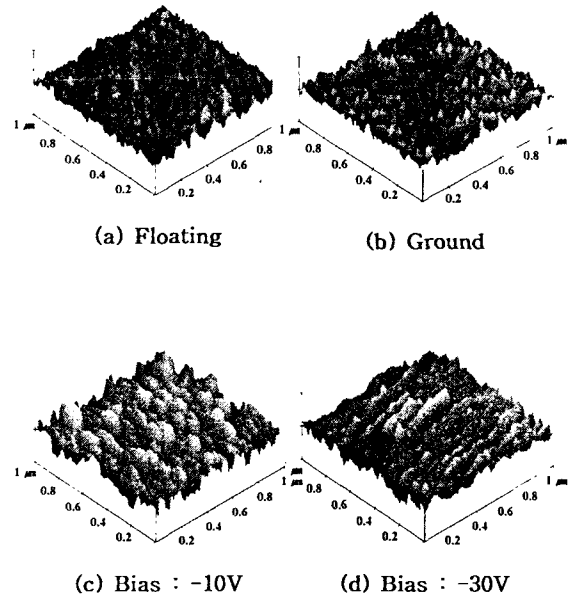


그림 7. 기판 bias 전압에 따른 MgO 표면 AFM 사진

그림 7은 UBMS로 형성된 MgO 박막의 기판 bias 전압에 따른 MgO 시료의 AFM(Atomic force microscope) 표면 사진을 나타내고 있다. 그림 7(a), (b) 및 (c)에서 알 수 있듯이 기판 bias 전압에 따라 결정 성장이 진행되고 있음을 관찰할 수 있었다. 그러나 그림 7(d)는 기판 bias 전압이 -30V로 됨에 따라 기판에 입사하는 이온에너지가 너무 커져 이온 어시스트 역할을 하기보다는 MgO 박막에 손상을 주어 표.1에서 보이듯이 평균 조도는 감소하였다.

	Floating	Ground	-10V	-30V
평균 조도[Å]	15.28	16.11	26.57	17.25

표 1. 기판 bias 전압에 따른 MgO의 평균 조도

그림 8은 MgO 박막의 내스파트링성을 고찰한 것으로 BMS와 UBMS의 두께를 5000Å으로 성막한 후, 이것을 다시 타겟으로 장착하고 RF Power를 70W로 하여 재스파타하였다, 그리고 재스파타 시간에 따른 MgO 박막의 두께 감소를 ellipsometer로 측정하였다. UBMS법이 BMS에 비해 재스파타된 두께가 약 40%정도 적으므로 AC PDP의 수명면에서 우수한 것으로 판단된다. 그 이유는 UBMS에 의한 MgO 성막 시 이온 어시스트 역할을 하여 MgO 박막의 결합에너지가 증가하였기 때문에 내스파트링성이 향상된 것으로 사료된다.

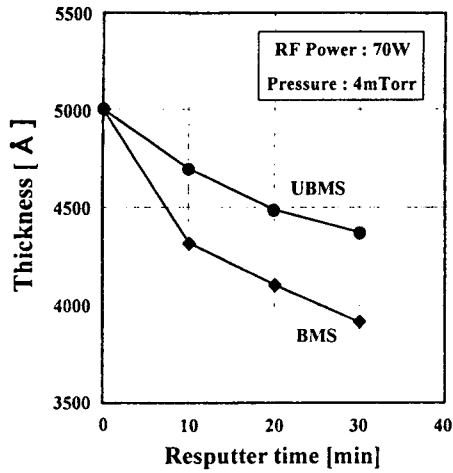


그림 8. UBMS와 BMS의 내스파트링 특성

4. 결 론

본 연구에서는 AC PDP의 유전체 보호층인 MgO 박막에 대하여 Unbalanced magnetron sputtering법의 제작 공정 변수인, RF Power와 기판 bias 전압에 따른 방전 특성 및 MgO 박막 특성 변화를 고찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Balanced magnetron sputtering의 방전개시전압 183V와 방전유지전압 147V와 비교해 Unbalanced magnetron sputtering의 기판 bias 전압이 -10V일 경우 방전개시전압은 175V로 방전유지전압은 143.5V로 저하하였다.
2. RF Power와 기판 bias 전압이 증가할수록 기판에 입사하는 이온 전류는 상승하였으나, 기판 bias 전압이 -30V 이상이 되면 MgO 박막에 오히려 손상을 주었다.
3. Unbalanced magnetron sputtering에 의한 MgO 박막이 Balanced magnetron sputtering보다 내스파트링성이 약 40%정도 향상되었다.

참고 문헌

- [1] T.Urade et al, "A Protecting Layer for the Dielectric in AC Plasma Panels", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol.23/3, pp.313-318, 1976
- [2] H.Uchiike et al, "Secondary Electron Emission Characteristics of Dielectric Materials in AC-Operated Plasma Display Panels", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol.ED-23,

NO.11, pp.1211-1217, 1976

[3] B.A. Shedden, M. Samandi, B.Window, "Stoichiometry of unbalanced magnetron sputtered Al-Mg alloy coatings", ELSEVIER Surface & coatings technology, pp.557-563, 1997

[4] C. Wiemer, F. Levy, R. Messier, "Langmuir probe evaluation of ion bombardment during Ti-N growth by unbalanced, magnetron sputtering", ELSEVIER Surface & coatings technology, pp.52-56, 1996