

스파트링 방법으로 제작된 MgO와 그 전기적 특성에 관한 연구

The Study on the MgO thin film prepared by magnetron sputtering and its electrical characteristics.

박정후*, 조정수*, 박명호**

C.H.Park, J.S.Cho, M.H.Park

* Pusan National University Dept. of Electrical Engineering

** LG PDP Research Lab

Abstract - MgO dielectric protection layer is prepared by R.F. reactive magnetron sputtering with Mg target under various conditions of sputtering pressure, time and substrate temperature. Discharge characteristics of PDP is also studied as a parameter of MgO preparation conditions. As the working pressure and substrate temperature was increased, the discharge voltage was decreased. Two kinds of MgO prepared both sputtering and E-beam methods were stable after annealing at 350°C for 120min. Discharge voltage under 3 mixed gas(He+Xe0.2%+Ne30%) was $V_f=130V$, $V_s=102V$ and γ coefficient was twiced as much as that of dielectric layer.

Key Words ; PDP, MgO, Discharge, Secondary electron emission coefficient (γ)

1. 서론

AC PDP는 전극이 유전층으로 피복되어 있으며, 유전층 표면상에서의 방전을 이용하고 있다. MgO보호층은 방전시 이온충격으로부터 유전층을 보호하고, 2차전자방출계수가 높으므로 방전개시 전압을 낮추는 결정적 역할을 한다. 현재까지는 MgO보호층을 주로 E-beam으로 형성하고 있으나, 대화면이 될수록 두께가 균일하고 치밀한 박막을 얻기 어렵고, 박막 형성시 고진공을 유지해야 하므로 경제적인 부담도 증가하게 된다. 그러므로 본 연구에서는 RF Planar Magnetron Sputtering에 의하여 여러 가지 조건의 MgO박막을 형성하여 그 방전특성을 연구하였다.¹⁾²⁾

2. 실험장치 및 실험방법

AC PDP는 유전체 표면 방전에서 발생한 자외선이 형광체를 여기시켜서 가시광으로 변환된 후, PDP의 광출력으로 된다. 이때, 유지전극을 덮고 있는 유전체는 방전전류 제한과 균일한 방전을 유지하는 역할을 담당한다.

그림 1은 제작된 표면방전형 AC PDP 유지전극형상 및 유전체층을 나타내고 있다. 유리기판 위에 스크린 프린팅에 의하여 a-선폭 150 μ m, b-전극간격 200 μ m의 전극을 프린팅한 후, 스크린 프린팅에 의하여 유전체층을 형성하였다. 유전층은 열

처리후 약 20 μ m 두께가 되도록 하였다. 이와같이 형성된 유전층 위에 Mg 타겟을 이용하여 R.F. 반응성 마그네트론 스파트링에 의하여 MgO를 형성하였다. 형성된 MgO보호층은 350°C 진공중에서 Annealing공정을 거침으로서 방전전압 변동의 안정화와 패널의 장수명을 도모하였다.

이렇게 제작된 패널을 이용하여 방전기압, 방전 동작 가스등을 변수로 하여 방전특성 및 2차전자 방출계수를 구하였다.³⁾ 전원으로는 자체 제작한 구형파 펄스전원으로서, 주파수는 30kHz로 고정하여 전압과 동작가스의 압력을 변화시키면서 방전 실험을 행하였다.

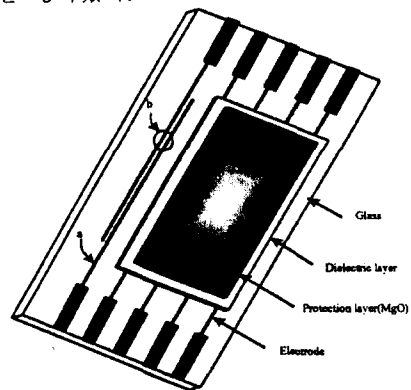


그림 1. 표면방전형 AC PDP 형상
Fig. 1 The schematic diagram of AC PDP

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 Mg 타겟을 사용하여 반응성 스파트링에 의해 MgO 박막을 형성한 시료와 Crystal MgO를 사용하여 E-beam으로 증착한 MgO 시료의 방전특성과 경시변화를 나타낸 것이다. 반응성 스파트링에 의해 형성된 MgO가 E-beam 증착된 MgO에 비해 방전개시전압 V_i 및 방전유지전압 V_s 가 대략 5V 정도 낮았다. 그림 3은 E-beam에 의해 유전층위에 제작된 MgO를 350°C에서 안정화 처리후 590°C에서 1시간 처리한 경우 표면에 발생하는 크랙을 나타내고 있다. Sputter방법으로 제작한 MgO는 동일처리 조건에서 전혀 crack이 발생되지 않았다.

Paschen 법칙에서 기체절연과괴전압 V_B 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.³⁾

$$V_B = \frac{BPd}{\log \frac{APd}{\log(1 + \frac{1}{\gamma})}} \quad (1)$$

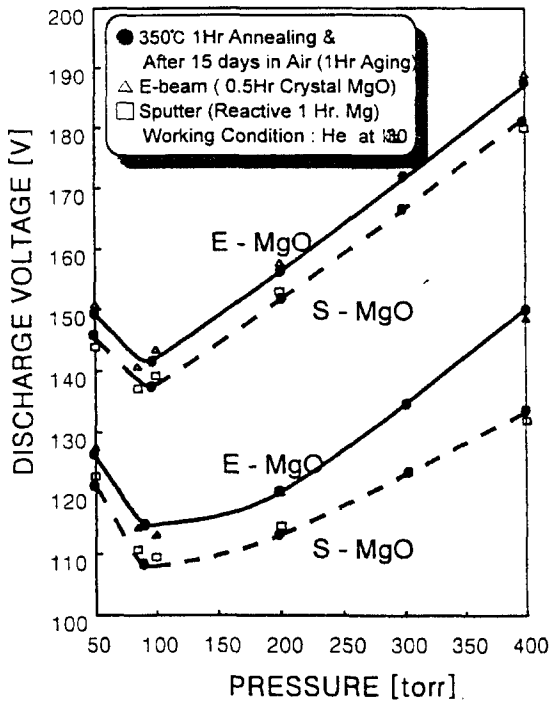


그림 2. MgO박막의 방전전압과 경시변화 특성
Fig. 2 Discharge voltage characteristics of MgO thin film after 15 days at RT.



그림 3. E-beam MgO박막 표면사진
Fig. 3 Photos of E-beam MgO thin films

여기서, A, B는 기체의 전리전압을 V_i 라 할 경우 $B = AV_i$ 의 관계가 있는 상수이다. P는 기체압력, d는 전극간 거리이며 γ 는 2차전자방출계수를 나타내고 있다. 식(1)에서 V_B 는 Pd의 함수가 되고, 최소과괴전압 V_{min} 을 $dV_B/d(Pd) = 0$ 의 조건에서 구하면 다음과 같다

$$V_{min} = 2.718 \frac{B}{A} \log(1 + \frac{1}{\gamma}) \quad (2)$$

(2)식에서 알 수 있는 바와 같이 V_{min} 은 γ 값에 의존하게 되며 γ 값이 클수록 기체과괴전압은 저하하게 된다.

그림 4는 MgO보호층의 2차전자방출에 의한 방전전압 저하 효과를 파악하기 위하여 스파트링 시간을 증가시키면서 방전개시전압특성을 고찰하였다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 방전 가스 100torr에서 유전층만 있는 시료에 비해서, 1분동안의 반응성 스파트링에 의해 형성된 시료의 방전개시전압은 약 40V, 방전유지전압은 약 32V 정도 감소함을 알 수 있다. 60분 스파트링시의 방전개시전압은 131.3V로 가장 낮았고, 이 때의 MgO 막의 두께는 2000Å이었다. 이 경우의 MgO보호층의 2차전자방출계수는 식(2)에 의하여 구할 수 있다. 만일, MgO를 증착하지 않은 유전층 시료의 2차전자방출계수 γ_1 을 0.1로 가정하면

$\gamma_2 \approx 0.2$ 가 되므로 MgO보호층의 2차전자방출 계수는 2배로 증가함을 알 수 있었다.

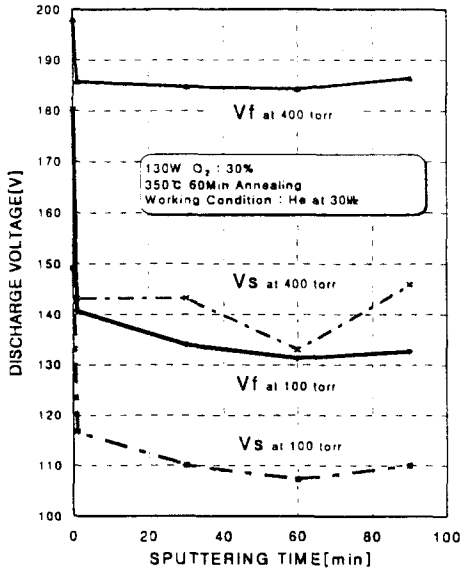


그림 4 Sputtering MgO 증착시간에 따른 방전전압

Fig. 4 Discharge voltage variation versus MgO sputtering time

그림 5는 MgO 스퍼터링 시 동작압력 변화에 따른 방전전압 관계를 나타낸다. 높은 동작압력에서 스퍼터링된 MgO박막일수록 다공성의 결정성장이 이루어지므로 방전개시전압 및 방전유지전압이 감소하게 된다. 스퍼터링 동작압력 20mtorr에서 가장 양호한 방전전압특성을 나타내고 있음을 알 수 있다.

그림 6은 MgO 스퍼터링시 기판온도 변화에 따른 방전전압 관계를 나타낸다. 기판온도가 상온에서 고온으로 증가함에 따라 방전개시전압은 감소하는 경향을 보인다. 그 이유는 높은 온도에서 증착한 MgO 박막일수록 결정화가 크게 이루어지므로 2차전자방출계수 값이 증가하여 방전개시전압이 감소하게 되기 때문으로 생각된다.⁴⁾ 그에 비하여 방전유지전압은 100°C 이상에서 거의 일정하게 유지되었다. 방전유지전압은 유전체 표면전하와 관계되므로 MgO 보호막의 2차전자방출계수의 증가와는 무관한 것으로 생각할 수 있다.

그림 7은 스퍼터링 MgO Annealing 시간에 따

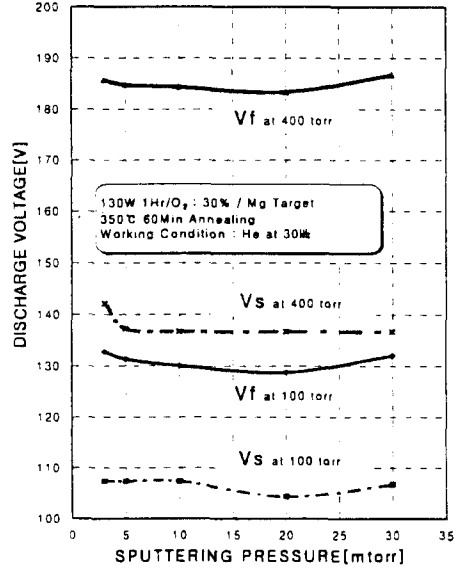


그림 5. Sputtering MgO제작시 압력변화에 따른 방전전압

Fig. 5 Discharge voltage variation versus sputtering pressure for MgO formation

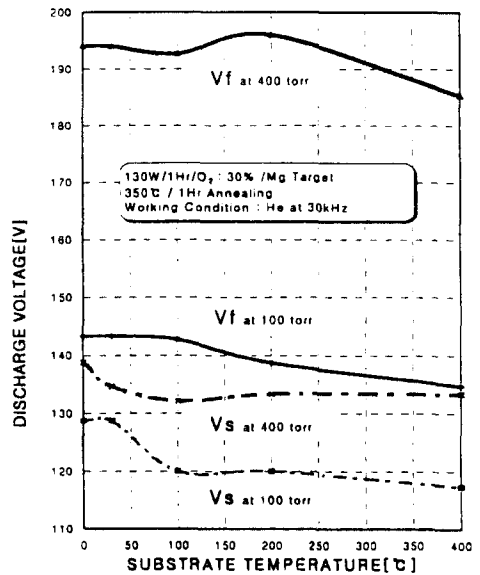


그림 6. Sputtering MgO의 기판온도 변화에 따른 방전전압

Fig. 6 Discharge voltage variation versus substrate temperature for MgO sputtering

른 방전전압 관계를 나타낸다. 350°C 진공 중에서 Annealing시간이 120분 정도 경과되면 MgO막의 결정화가 활발하게 진행되어 안정화되어지므로 낮은 방전전압을 나타내었다.

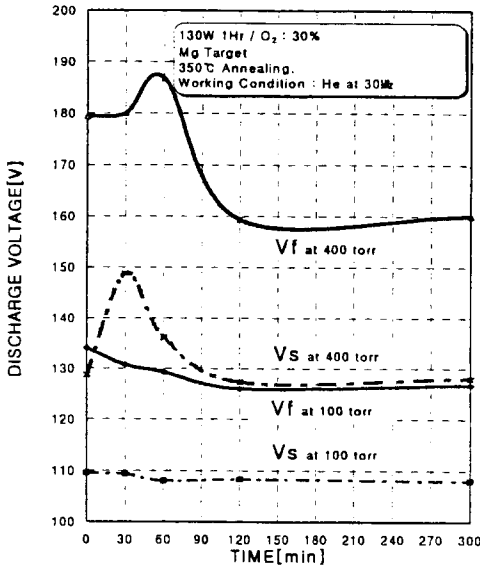


그림 7. Sputtering MgO Annealing시간에 따른 방전전압

Fig. 7 Discharge voltage variation versus sputtering MgO Annealing time

그림 8은 방전가스 종류에 따라 PDP방전특성에 미치는 영향을 나타낸다. 단일가스를 사용할 때보다는 Penning 가스를 사용할 때가 낮은 방전전압 특성을 나타내며, He+Xe(0.2%)+Ne(30%)의 3원 가스를 사용할 때가 고기압 방전에서 방전개시 전압이나 방전유지전압 양쪽 모두 저하되는 우수한 특성을 나타내었다. 3원 가스 100torr 방전시 $V_f = 130V$, $V_s = 102V$ 정도로 유전층만 있는 시료에 비하여 γ 값이 0.2정도까지 증가함을 알수 있었다.

4. 결론

반응성 스파터링에 의해 MgO 박막을 형성함에 있어서, Annealing 공정을 거친 MgO박막은 경시 변화에 안정한 특성을 보였다. 60분동안의 스파터링으로 제작된 MgO박막의 두께는 2000Å 정도였으며, 이 때의 MgO박막의 2차전자방출계수는 유전층만 있는 경우에 비하여 약 2배로 증가하였으

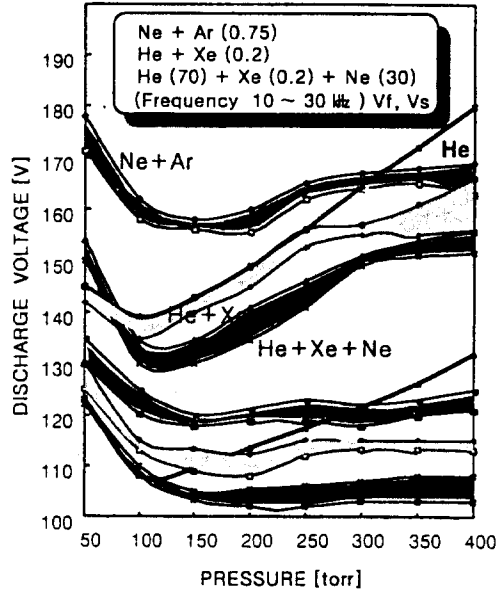


그림 8. 가스종류에 따른 방전특성

Fig. 8 Discharge voltage characteristics with gas species

며 방전 개시전압은 131.3V로 가장 낮았다.

또한 MgO 스파터링시 동작압력과 기판온도가 증가함에 따라 방전전압은 감소하였으며, 스파터링 MgO나 E-beam MgO 모두 350°C에서 Annealing 시간 120분 정도 경과되면 안정화 되었다. 그리고, 3원 가스를 사용하여 PDP 방전을 하는 경우에 있어서 100torr 방전시 V_f 는 130V로, V_s 는 102V정도로 낮아지며, γ 값은 유전층만 있는 경우에 비하여 약 2배정도 증가하는 특성을 나타내었다.

참고문헌

1. Milton Ohring, "The Materials Science of Thin films", ACADEMIC PRESS (1991)
2. H.Uchiike et al., Display Device 95, pp.32 - 37 (1995)
3. J.Deschamps and H. Doyeux, Proc. 12th Int. Display Res. Conf., 601 (1992)
4. K.wasa, S. Hayakawa, Handbook of Sputter Deposition Technology, Noves Publications, pp 13-15 (1992)