

[IV~5] [PDP]

RF Magnetron Sputtering법에 의한 결정성 MgO 박막의 형성과 Plasma Damage 현상

손충용, 조진희, 박정원, 박종완
한양대학교 금속공학과 박막재료연구실

1. 서론

MgO 박막은 물질자체의 우수한 결정성과 안정성 때문에 교류형 플라즈마 표시기(plasma display panel)용 보호막 물질로 널리 사용되고 있다. 특히 PDP는 각 화소마다 plasma를 발생시켜 화상을 표현하는 평판형 표시소자이므로 plasma에 의해 화소를 구성하고 있는 여타 물질들이 sputtering되어 이것이 panel의 수명을 저하시키는 주 요인으로 작용하고 있다. 따라서 sputtering yield가 낮은 MgO 물질로 panel표면을 보호하는 것이 PDP의 장수명화에 필수적이다.

또한 MgO는 표면에서의 높은 이차전자 방출특성 때문에 panel의 구동전압을 효과적으로 줄일 수 있는 물질로 알려져 있으며 MgO 보호막의 우수한 결정성은 높은 이차전자 방출계수와도 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다.

이에 본 연구에서는 MgO 박막의 내스퍼터링성 향상을 위한 결정화 방안 마련에 주안점을 두어 RF power, 기판온도, 가스압력 등의 sputtering 공정변수들을 조절함으로써 MgO 박막의 결정화 공정을 확립하고, 확립된 공정 하에서 각각 다르게 결정화된 막의 특성분석을 행하여 plasma damage에 따른 erosion특성을 살펴보았다.

2. 실험방법

RF Magnetron방식의 sputtering system을 사용하여 RF power, 가스압력, 기판온도 등의 공정변수들에 따라 MgO 박막을 증착시켜 그 결정화 공정을 확립하고자 하였다. 증착시 기판은 주로 glass를 사용하였으며 기판에 따라서도 박막의 결정성을 얻을 수 있는지를 확인하기 위해 silicon wafer와 glass위에 유전체 paste를 입힌 후 소성과정을 거친 유전체 기판위에도 증착하였다.

형성된 MgO 박막은 XRD를 통해 결정성을 확인하였고, 확인된 각각의 결정 막들은 plasma damage를 주어 damage 전후의 표면 및 단면형상변화와 두께감소 등을 SEM으로 관찰하였다. 또한 damage 전후의 표면 거칠기의 변화를 알기 위하여 AFM 분석을 하였다.

박막에 damage를 유도하기 위한 plasma는 실제 panel보다 훨씬 가혹한 조건을 주어 박막이 erosion되는 정도를 확실히 알 수 있도록 하였다. 각 결정방향별 박막들이 동일한 plasma에 의해 damage를 입을 수 있도록 균일한 plasma 밀도를 가지는 chamber 속에서 동시에 실험하였다. 이때의 plasma는 100% Ne plasma 로써 조건은 power 500W, 압력 0.5 Torr, 그리고 self-bias voltage -210V 였으며 erosion 시간은 90초였다.

3. 실험결과 및 고찰

MgO 물질은 XRD pattern을 통해 (111), (200), (220), 그리고 (222) 등의 결정방향성을 얻을 수 있다. 본 실험에서는 RF magnetron sputter에 의해 MgO 박막을 증착시킨 결과 각 공정조건에 따라 다른 결정성을 가지는 박막을 얻을 수 있었다. 이때 얻어진 박막의 XRD pattern을 Fig. 1에 나타내었다. (111)과 (222) peak가 함께 혼재된 박막과 각각 (200)와 (220) peak만이 나타나는 박막을 얻을 수 있었고 이때 각 결정방향별로 지배하는 공정변수가 다르게 나타났다.

증착속도는 최대 233A/min을 얻을 수 있었으며 (200)방향으로 결정화된 MgO 박막이 가장 큰 입자를 형성하면서 매우 거칠게 자랐다.

Fig. 2는 (111)과 (222)의 결정방향으로 증착된 박막과 각각 (200), (220)방향으로 우선 배향된 박막의 plasma damage를 가하기 전과 후의 단면 SEM사진이며 Fig. 3은 plasma damage 전후의 표면 SEM사진이다. 이것을 통해 특히 (200)로 입혀진 막이 비교적 큰 입자를 형성하면서 거칠게 자랐다는 것을 알 수 있고 plasma damage를 전후해서 두께감소가 매우 심하게 나타났음을 확인할 수 있다.

측정된 박막의 plasma erosion rate은 Table. 1에 나타난 것처럼 (200) > (220) > (111)의 순서였다.

Table. 1 Plasma erosion rates of MgO film with different crystallinity

결정방향	Plasma Erosion Rate (nm/sec)
(200)	13.3
(220)	2.8
(111)	1.7

Fig. 4는 plasma damage 전후에 박막의 표면 거칠기 변화를 AFM 분석을 통해 구한 결과이다. Plasma damage를 입은 후 MgO 박막의 표면 거칠기는 전반적으로 감소되는 양상을 보였으며 이는 PDP 소자에서 구동 voltage의 안정성과 연관될 수 있다. 또한 Panel 구조 내의 MgO 보호막의 표면 거칠기는 이차전자 방출계수에도 영향을 미칠 수 있는데 표면이 거칠수록 이차전자 방출계수는 증가하나 소자 구동시 오랜 plasma damage의 영향으로 표면이 평탄화됨에 따라 이차전자 방출계수값이 감소하리라고 예상할 수 있다. 이러한 현상은 차후 MgO 박막의 이차전자 방출계수 분석을 통해 세밀하게 검증해 볼 필요가 있다고 본다.

4. 결론

본 연구에서 RF Magnetron sputtering법을 이용하여 각 공정조건에 따라 MgO 박막을 결정화시키려 노력하였고 확립된 결정화 공정조건에서 증착된 MgO 결정 막들을 가혹조건에서 plasma damage를 주어 damage의 영향을 각 결정방향별로 조사하였다.

MgO 박막은 glass, silicon wafer 그리고 인쇄 후 소성과정을 거친 유전체 위에 각각 (111), (200), 그리고 (220)의 우선성장방향을 가지는 박막으로 증착시킬 수 있었다.

Plasma에 의한 박막의 plasma erosion rate의 순서는 (200) > (220) > (111)으로 나타났고 이에 따라 plasma damage에 대한 내성은 (111)으로 성장된 막이 다른 결정방향의 막보다 상대적으로 우수하였음을 알 수 있었다.

Plasma damage후에 각 결정 막들의 표면 거칠기는 감소하였으며 이는 panel의 voltage 안정성과 연관지어 향후 이차전자 방출계수와 함께 세밀한 조사가 요구된다.

5. 참고문헌

1. Yasuhisa Kaneko, Nobuo Mikoshiba and Tsutomu Yamashita, J. J. Appl. Phys., Vol. 30, No. 5, pp 1091, 1991
2. Yijie Li, Guangcheng Xiong, Guijun Lian, Jie Li and Zizhao Gan, Thin Solid Films. 223, pp 11, 1993
3. M. O. Aboelfotoh, K. C. Park, W. A. Pliskin, J. Appl. Phys., Vol. 48, No. 7, pp 2910, 1977

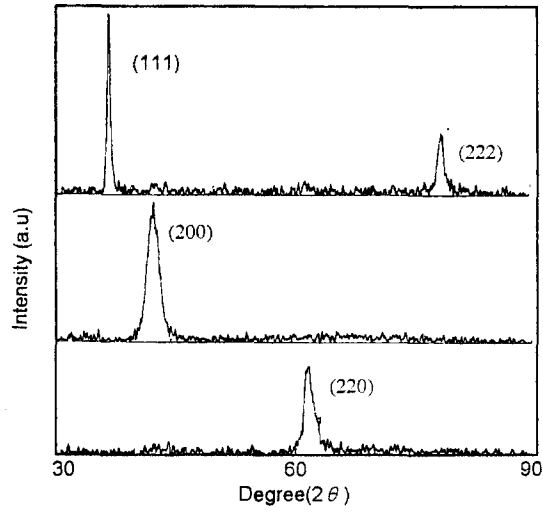


Fig. 1 XRD patterns of MgO thin film with different crystallinity

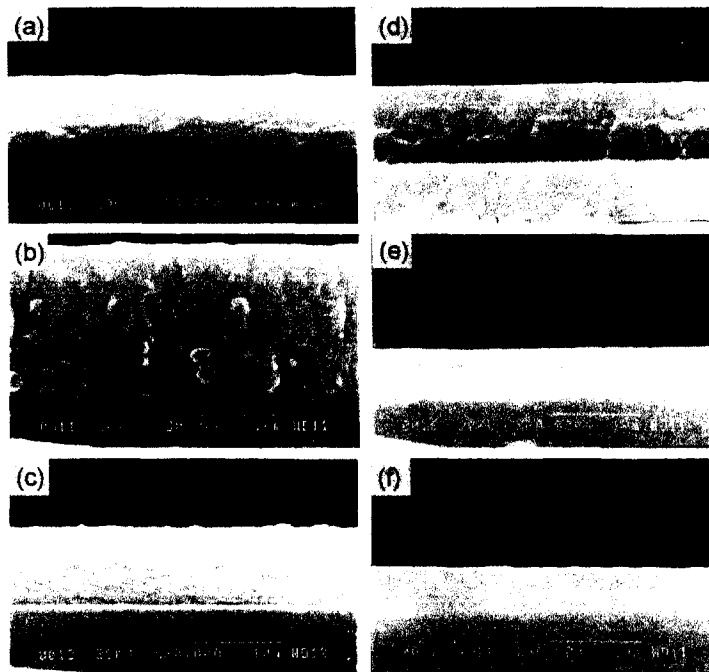


Fig. 2 Cross-sectional SEM images of MgO film before (a-c) and after plasma damage (d-f) : (a) (111), (b) (200), (c) (220), (d) (111), (e) (200) and (f) (220)

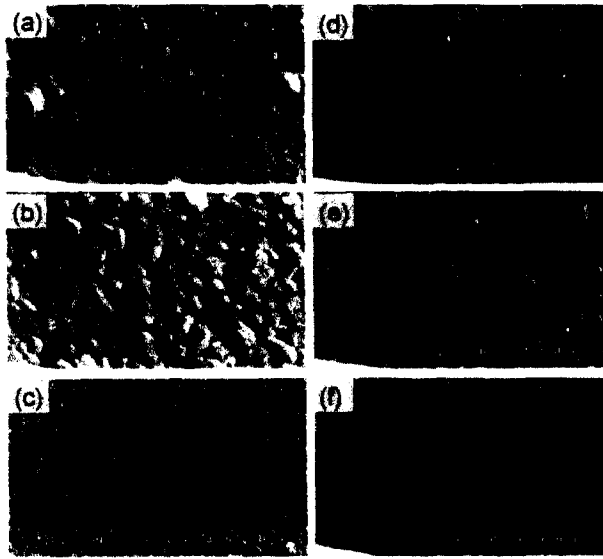
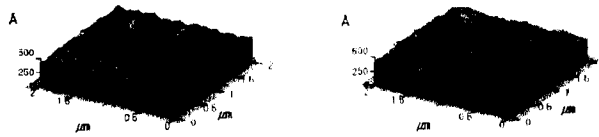
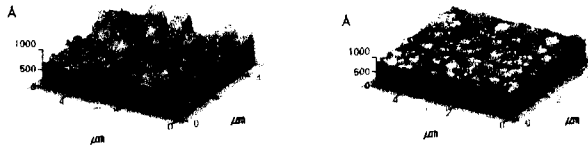


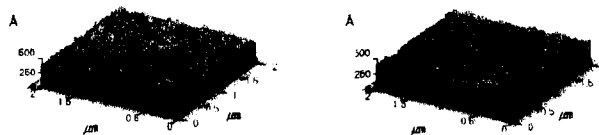
Fig. 3 Surface SEM images of MgO film before (a-c) and after plasma damage (d-f) : (a) (111), (b) (200), (c) (220), (d) (111), (e) (200) and (f) (220)



(a) MgO (111) before and after damage



(b) MgO (200) before and after damage



(c) MgO (220) before and after damage

Fig. 4 AFM images of MgO film before and after plasma damage