

AC PDP의 MgO 증착조건과 고온하의 방전 안정성에 관한 연구

*류성남 *신미경 *김영기 *허정은 *김동현 *이호준 *박정후
*부산대학교 전기공학과

A Study on the Effect of MgO Deposition Conditions and Ambient Temperature on the Firing Voltage and Discharge Characteristics of AC PDP.

*S. N. Ryu *M. K. Shin *Y. K. Kim *J. E. Heo *D. H. Kim *H. J. Lee *C. H. Park
*Pusan National University Electric Department

Abstract -The relationships between MgO deposition conditions and firing voltage of AC PDP were investigated as a function of ambient temperature. Substrate temperature and growth rate were selected as the major parameters that can affect the properties of MgO most significantly. Firing voltages increase with increasing temperature regardless of deposition conditions of the MgO layer. However, the relative magnitude of the firing voltage variation decrease with increasing substrate temperature and decreasing deposition speed. It was also found that the sample obtained at the condition of lower deposition rate shows better dynamic margin characteristics.

BUS전극폭	100 μm
ITO전극폭	310 μm
ITO 전극간격	60 μm
유전층 두께	30 μm
MgO 두께	5000 Å
Barrier Rib 폭	60 μm
Barrier Rib 높이	130 μm
White back 두께	20 μm
형광체 두께	30 μm

표 1 TEST PANEL 사양

실험에 사용된 test panel은 He-Ne(30%)-Xe(4%)의 혼합 가스 400Torr로 sealing된 4inch panel이며 약3600개의 cell을 가지고 있다.

1. 서 론

PDP(Plasma Display Panel)이란 저기압 기체 방전을 이용하고 있는 차세대 평판 디스플레이이다. 현재 PDP는 기존의 CRT 나 LCD에 비해 대형화가 유리하다는 점에서 많은 주목을 받고 있으나 아직 화질면에서 개선되어야 할 점이 많다. 화질을 개선시키기 위해서는 오방전을 줄이는 일이 가장 중요하다.

AC PDP에서는 cell이 방전 할 때의 국부적인 온도상승 혹은 주위 온도 상승으로 인한 압력증가 및 벽전압 변동, 인가 전압 변동 등에 따른 Delay time 변화로 인해 pulse가 방전성장에 필요한 시간을 충분히 갖지 못하게 되어 writing 확률이 변화하게 된다. 이러한 writing 확률의 변화는 PDP cell의 오동작을 유발시킨다.

본 연구에서는 고온에서 오동작의 원인이 될 수 있는 압력과 방전개시 전압과의 상관 관계를 연구하였다.

그리고 AC PDP에서 방전에 직접적인 영향을 미치는 MgO의 특성을 변화시켜 고온일 때 MgO가 방전 안정성에 미치는 영향을 연구하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

AC PDP의 기본 구조는 그림1과 같이 상판과 하판으로 이루어져 있다. 상판은 ITO 및 포셀로 display전극을 형성하고 그 위에 약 30 μm의 유전층을 형성하였다. 그리고 그 위에 보호층인 MgO를 형성하였다.

하판은 포셀로 data 전극을 형성하고 그 위에 약 20 μm의 white back을 도포한 후 cell간의 cross talk를 막고 방전 공간을 확보하기 위해 rib을 형성하고 그 위에 형광체를 도포 하였다.

자세한 panel 사양은 표1과 같다.

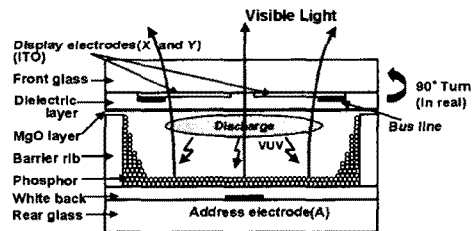


그림 1. AC PDP의 개략도
Fig. 1 The schematic diagram of AC PDP

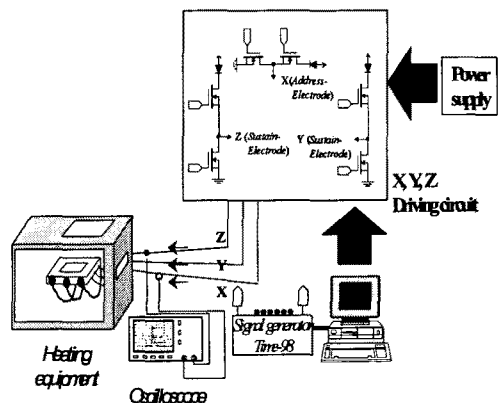


그림 2 실험장치

그림2는 실험 장치이다. 그림과 같이 test panel을 직접 제작한 고온조에 넣고 sustain pulse를 인가하였다. test panel을 상온에서 서서히 온도를 올리면 방전 개시 전압이 상승하고 방전 전류의 time delay가 증가하며 휘도 역시 급격히 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 이런 현상들은 실제 PDP 구동시 writing 실패를 초래하여 오방전을 일으키는 충분한 요인이 된다.

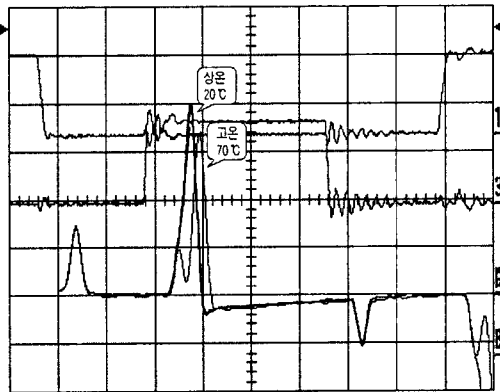


그림3. sustain 전류의 delay 현상

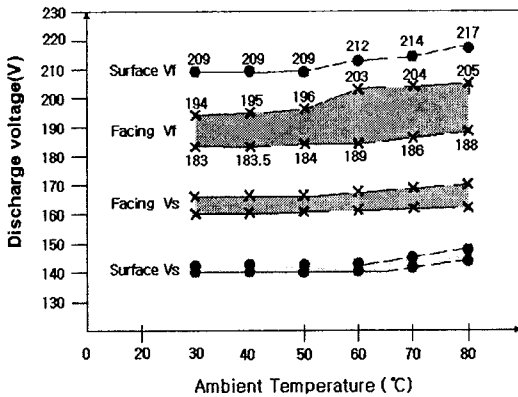


그림4. 온도 상승에 따른 방전 개시 전압의 상승

그림3의 time division은 1 μ s이며 상온에 비해 고온일 때 약 0.2 μ s정도 전류 delay가 생겼음을 알 수 있다. 이러한 특성은 각 panel 마다 조금씩 정도의 차이는 보이지만 비슷한 경향으로 나타난다. 전류의 delay 현상의 원인 여러 가지가 있겠지만 그 중 가장 큰 영향을 미치는 것은 방전 개시 전압의 상승이다. 그림4는 온도가 상승에 따라 면방전 및 대향방전의 방전 개시 전압을 측정 한 것이다. 그 결과 온도가 상승함에 따라 면방전 및 대향방전의 방전 개시 전압이 상승하였음을 알 수 있다. 위 패널에서는 온도 10°C당 전압 1.6V가 상승하였다.

2.2 실험 내용 및 결과

온도가 상승함에 따라 방전 개시 전압이 상승하는 이유는 온도에 따른 압력의 변화, 벽전하의 확산 손실, MgO 및 재료의 물성 변화등이 있을 것이다. 본 연구에서는 이 중 온도에 따른 압력 변화와 MgO의 변화에 따른 방전 개시 전압을 중점적으로 연구하였다.

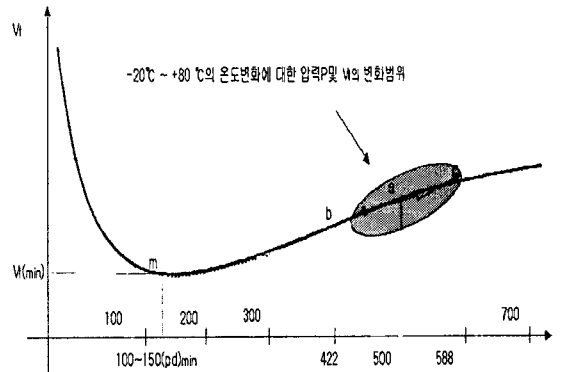
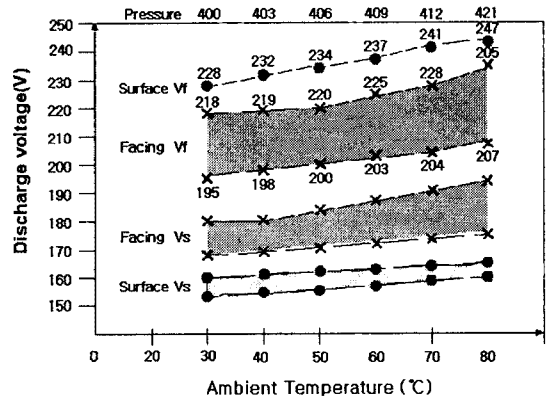


그림5. Paschen Curve 에 의한 Vf 변화해석

그림5는 이미 잘 알려진 paschen curve이다. 위 그림에서 400Torr~600Torr 사이가 PDP의 동작 영역이며 이 부근에서는 압력이 증가하면 방전 개시 전압이 상승한다. scaling 된 시료에서는 압력을 확인하기 힘들기 때문에 압력계가 부착된 chamber내에서 온도를 상승시켜가며 압력의 변화와 방전개시 전압의 변화를 동시에 측정 하였다.



Chamber size : 20x5cm

Gas : Xe(4%)+Ne(30%)+He

Gas density : cont.

그림6. 온도 상승에 따른 방전 개시 전압 및 압력 변화

그 결과 그림 6에서 보여지듯이 압력은 상온 400Torr에서 주위 온도 80℃에서 421Torr로 21Torr가 증가하였으며 방전 개시 전압은 19V 상승하였다. 그리고 다시 주위를 냉각시켜 상온으로 돌아가면 압력과 전압이 처음과 같은 상태로 복귀하였다. 이 때의 방전 개시 전압 상승에 압력이 미치는 영향이 어느 정도인지 알아보기 위해 온도를 올리면서 증가하는 압력을 보상하여 가면서 실험하였다.

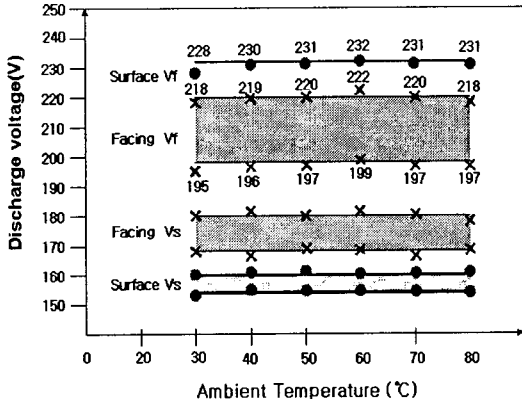


그림7. 온도 상승 시 압력이 일정할 때의 방전개시 전압 변화

그 결과 그림 7에서처럼 방전개시 전압의 증가폭이 현저히 감소했으며 50℃이후에 거의 일정함을 알 수 있었다. 이것은 온도가 상승함에 따라 방전 개시 전압이 상승하는 원인 중 압력의 변화가 큰 요인이 된다는 것을 의미한다. 그러나 실제 panel은 sealing이 된 상태이기 때문에 온도 변화에 따라 압력을 보상하기란 힘들다고 생각한다. 그래서 AC PDP에서 방전에 가장 직접적인 영향을 미치는 MgO의 특성을 변화 시켜 방전 안정성을 도모하였다.

MgO박막의 성질은 그 증착 조건에 따라 변화하므로 '기판온도'와 '증착 속도'를 실험 변수로 설정하였다.

MgO는 E-beam기법으로 증착했으며 증착시 기판온도는 100℃, 200℃를 변수로 증착 속도는 1/2배 (3.5KV,5mA), 2배(3.5KV,20mA)를 변수로 하여 증착하였다. 여기서 3.5KV는 E-beam 장치에서 전자가 가속되는 전압이며 5,20mA는 전류를 나타낸다. 이 전류가 MgO의 증착 속도를 결정하므로 이를 가변하여 실험하였다.

다음의 그림8과 그림9는 기판 온도 변화와 증착 속도 변화 시료의 온도에 따른 방전 개시 전압의 변화이다. 시료마다 각 cell의 정격 전압이 다르므로 상대 비교를 위해 상온에서의 방전개시 전압을 1이라 두었다. 증착은 0.1당 2V의 전압 상승을 의미한다.

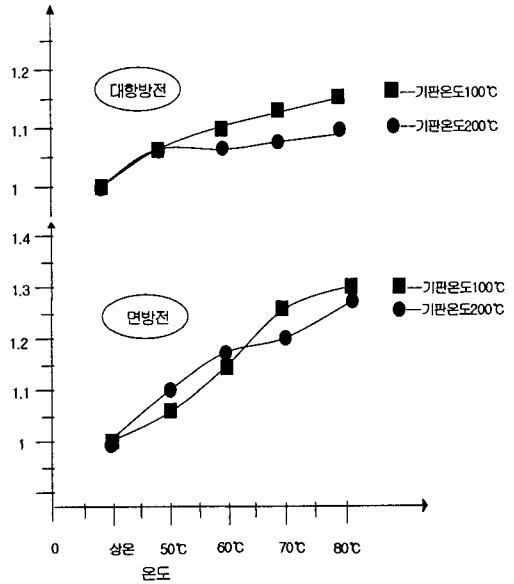


그림8. 기판 온도 변화 시료의 온도에 따른 방전개시 전압 변화

기판온도 200℃로 증착 된 시료는 면방전일 때 약 5V, 대항방전일 때 약 2V 상승했으며 기판온도 100℃인 시료는 면방전일 때 6V, 대항방전일 때 3V 상승했다. 기판온도 변화 결과 차이는 적지만 MgO가 높은 온도에서 증착된 panel일수록 온도에 따른 방전개시 전압의 상승 폭이 더 적음을 알 수 있다.

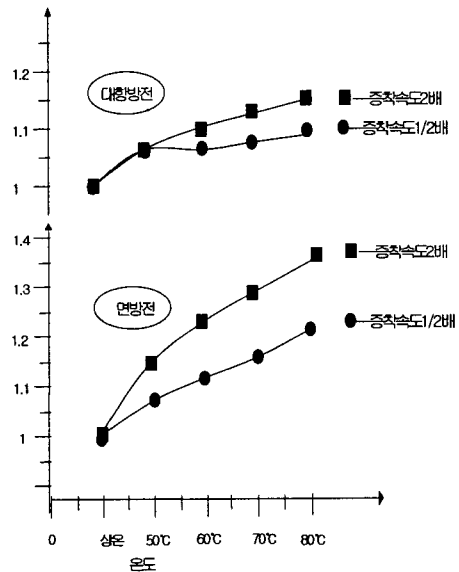
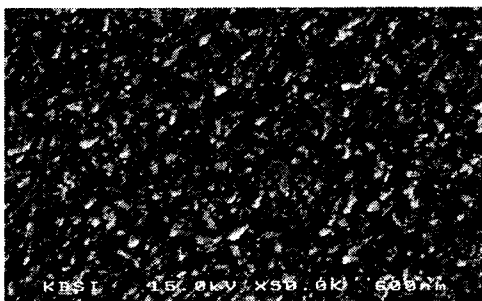


그림9. 증착 속도 변화 시료의 온도에 따른 방전개시 전압 변화

증착 속도 1/2배로 증착 된 시료는 면방전일 때 약 4V, 대항방전일 때 약 2V 상승했으며 증착 속도 2배인 시료는 면방전일 때 8V, 대항방전일 때 3V 상승했다. 증착 속도변화 결과 느린 속도에서 증착 된 시료가 온도에 따른 방전개시 전압의 상승 폭이 더 적음을 알 수 있다

이상의 결과에서 보면 고온에서 AC PDP의 방전은 MgO 증착시 기판 온도 보다 증착 속도가 더 큰 영향을 미치며 그 속도는 느릴수록 유리하다. 이는 MgO 박막의 형성 속도가 느릴수록 더 치밀한 구조를 형성하여 온도 및 압력 변화의 영향을 적게 받는 것으로 사료된다. [1][2][3][4]



(a)증착 속도 2배(3.5KV, 20mA)

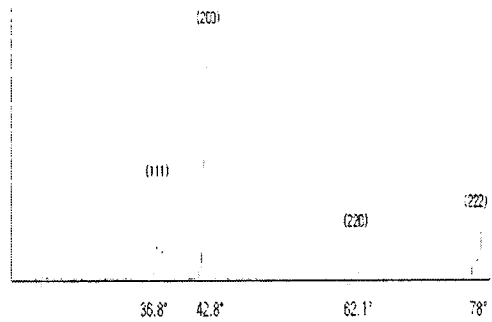


(b)증착 속도 1/2배(3.5KV, 5mA)

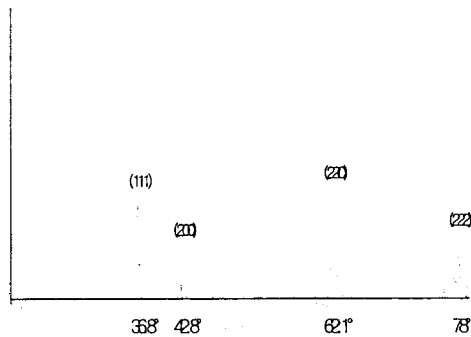
그림 10. MgO의 표면 사진(SEM)

그림 10은 MgO의 SEM(Scanning Electron Microscopy)사진이다. 결과 박막의 결정 크기는 증착 속도가 빠를수록 더 크게 생성되었고 전체적인 uniformity는 증착 속도가 느린 panel이 우수함을 보였다

그림 11은 XRD(X-Ray Diffraction)결과이다. 결과를 보면 증착 속도가 빠른 panel은 (200) 방향으로 강한 성장을 보였으며 증착 속도가 느린 panel은 여러 방향으로 증착되었다. 실제 MgO는 (111) 방향의 특성이 가장 우수하다고 알려졌으나 일반 soda-lime glass 상에서는 (111) 방향으로만 성장하기가 매우 힘이 든다.



(a)증착 속도 2배(3.5KV, 20mA)

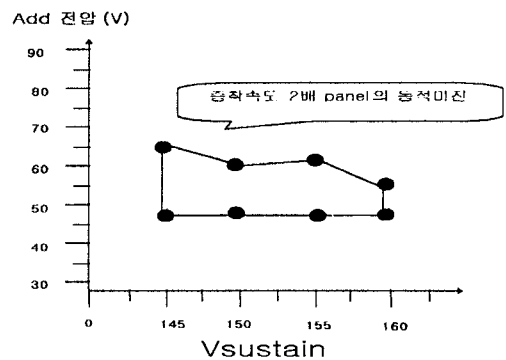


(b)증착 속도 1/2배(3.5KV, 5mA)

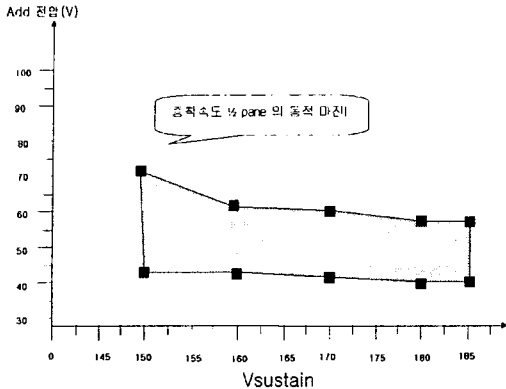
그림 11. MgO의 XRD 결과

SEM 사진 및 XRD 분석 결과로 볼 때 증착 속도가 빠를수록 MgO의 (200) 방향성이 증가하였다. MgO 박막은 (200)방향성이 강할수록 온도 및 압력 변화에 영향을 크게 받아 결국 고온에서 AC PDP의 방전 특성이 변화한 것이라 예상되어진다.

[5][6][7][8][9][10]



(a)증착 속도 2배(3.5KV, 20mA)



(b)증착 속도 1/2배 (3.5KV, 5mA)

그림12. 증착 속도 변화에 따른 동적 마진

증착 속도 변화에 따른 동적 마진을 구하였다. 동적 마진은 정 특성에서 주어진 sustain 전압을 기반으로 하여 writing 혹은 erasing pulse를 인가하여 writing 혹은 erasing 하는 특성을 말한다. 여기서는 writing 중심으로 동적 마진을 구했다. 위 그림에서 색칠된 영역이 안정된 writing을 하는 영역이며 이 영역을 벗어나면 writing 실패를 초래하여 오동작을 일으킨다. 그러므로 이 영역이 넓을수록 더 우수한 panel이라 하겠다. 위 그림12를 보면 전체적인 sustain 전압은 증착 속도 2배인 panel이 낮지만 address 전압 및 마진 측면에서는 증착 속도 1/2배인 시료가 더 우수하다는 것을 알 수 있다.[11]

3. 결론 및 고찰

순수 박막의 입장에서 보면 grain의 크기가 더 크고 결정의 intensity가 높은 박막이 방전 개시 전압이 낮아 더 우수하다고 생각되어진다. 그러나 실제 AC PDP의 구동 측면에서 생각하면 단순히 방전 개시 전압이 낮다고 하여 좋은 것은 아니다.

AC PDP를 안정적으로 구동하기 위해서는 우선 국부적 혹은 주위의 온도 상승으로 인한 압력 변화에 영향을 적게 받고 전체적인 정적 마진 및 동적 마진 또한 넓어야 한다. 이러한 측면에서 보면 비록 결정의 크기는 작지만 전체적인 uniformity가 우수하고 (200) 방향의 성장이 억제되어 있는 증착 속도 1/2배인 panel이 더 유리하다고 생각된다.

이상의 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

panel 방전시 국부적으로 혹은 주위의 온도 상승으로 인한 방전 개시 전압의 상승과 전류의 delay time의 증가는 결국 오방전으로 이행된다. 그리하여 본 연구에서는 이를 최소화시킬 수 있는 방법으로 압력 보상과 MgO

특성변화에 대해 조사하였다.

1)온도 상승시 동반되는 방전 개시 전압의 상승은 온도에 따른 압력 증가분을 함께 보상하여 온도가 상승하더라도 압력을 일정하게 유지할 경우 방전 개시 전압의 상승률이 완화되는 경향을 보였다.

2)MgO 증착 조건 변화 중 기관 온도 변화의 영향은 적었으나 기관 온도를 높게하여 증착한 MgO 박막 일수록 방전이 온도변화에 영향을 적게 받았다. 이는 높은 온도에서 형성된 MgO 박막은 재배치에 의해 더 치밀한 구조를 이루고 있기 때문이라고 생각된다. 그러나 일반적으로 기관온도를 높게 되면 MgO 결정이 (200)방향성이 강해진다고 알려져 있다. 그러므로 기관온도를 더 증가시키면 (200)방향성의 증가로 인해 고온에서 오히려 역효과를 가져올 것이라 예상된다. 그러므로 MgO 증착시 기관온도 200℃부근이 가장 유리하다고 생각되어진다.

3)MgO 증착 조건 변화 중 증착 속도의 변화는 그 속도가 느리게 형성된 MgO 박막일수록 방전이 온도 변화에 영향을 적게 받았다. 이는 MgO의 증착 속도가 느릴수록 박막이 더 uniformity하고 (200)방향의 성장이 억제되었기 때문이라고 생각된다.

[참 고 문 헌]

- [1]J. Y. Lim, "Measurement of work-function and ion-induced secondary electron emission coefficient MgO single crystal", IDW PDP p5-1,2000
- [2]김영기, "AC PDP의 방전특성에 미치는 MgO 활성화 영향에 관한 연구", KIEE vol.48c, No3, 1999
- [3]지성원, "AC PDP에서 MgO 박막의 내 스퍼터링성에 관한 연구", KIEE vol 48c No5 1999
- [4]Ju-Youn Ryu, "The effect of MgO Protection Layer on the PDP Discharge Characteristics.", J-K Joint Symposium 13-14,1997
- [5]鄭宇堧, "HCD 이온플레이팅법에 의해 증착된 MgO 박막의 특성과 교류 플라즈마 표시기에의 응용에 관한 연구", 서울대학교 공학석사 학위논문,1997년2월
- [6]J.M. Jeong, "Secondary electron emission coefficient from vacuum annealed MgO", IDW00' PDP p5-2, 2000
- [7]Eun-ha. Choi, "Measurement of Secondary Electron Emission coefficient(γ) of MgO Protective Layer with Various Crystallinities.", Japanese Journal of Applied physics vol.37 pp7015-7018, 1998
- [8]Hong-Ju Ha, Woo-Geun Lee, Myung-ho Park, Jin-Young Kim, Jung-Soo Cho, Chung-Hoo Park, "A Study on the Preparation Layer by Reactive Sputtering and its Discharge Characteristics for PDP.", KIEE. vol. 46, No. 4. APR.1997
- [9]Chung-Hoo Park, Woo-Geun Lee, Dong-Hyun Kim, Hong-Ju Ha, Ju-Youn Ryu. "Surface discharge characteristics of MgO thin films prepared by RF reactive magnetron sputtering.", Surface and coating Technology 110, (1998)128-135
- [10]Young-Kee Kim, "Surface-discharge characteristics of MgO-thin films prepared by reactive unbalanced magnetron RF sputtering.", Thin Solid Films, vol.66, pp88-94 2000/03
- [11]손진부, "A Study on the relationship between the condition of addressing and the characteristics of surface discharge in AC PDP", K-J Joint symposium , pp289-292 1999/10