

저온에서 AC PDP의 MgO 증착 조건과 방전 안정성 대한 연구

*류성남 *신미경 *김영기 **신중홍 **유충희 *김동현 *이호준 *박정후

Relationships between MgO Manufacturing condition and Misfiring in low temperature

*S.N. Ryu *M. K. Shin *Y. K. Kim **J. H Shin **C.H. Yu *D. H. Kim *H. J. Lee *C. H. F
 *Pusan National University Electric Department, **Dong-eui University

Abstract -This paper deals with the relationships between MgO manufacturing condition and misfiring at low temperature.

The characteristics of MgO are affected by substrate temperature and MgO deposition current. In this study, the substrate temperature was varied from 100°C to 200°C. And the MgO deposition current was varied from 5mA to 20mA.

As a result, the misfiring at low temperature was decreased in the panels with substrate temperature 200°C and MgO deposition current 5mA. These results may be explained that the higher substrate temperature and lower MgO deposition current makes the denser film formation.

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 PDP에서 MgO는 유전체를 보호하는 역할을 할 뿐만 아니라 방전 특성에도 영향을 미친다. 본 연구에서는 PDP의 주위온도가 변화함에 따라 오방전으로 이행되는 방전특성을 고찰하고 방전에 직접적인 영향을 미치는 MgO를 변화시켜 MgO가 방전안정성에 미치는 영향을 연구했다.

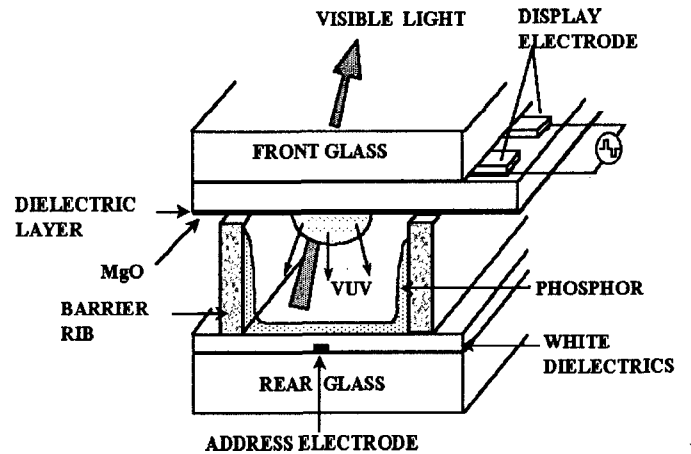
2. 본 론

2.1 실험방법

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

하판은 포델로 data 전극을 형성하고 그 위에 약 20μm의 white back을 도포한 후 cell간의 cross talk를 막고 방전 공간을 확보하기 위해 rib을 형성하고 그 위에 형광체를 도포 하였다. PDP의 각 cell은 R,G,B 형광체를 도포한 3개의 cell이 하나의 화소를 구성하고 있다. 대형 TV는 약100만개의 화소를 가지고 있으며 각cell의 방전강도를 조절하므로써 인간이 느낄 수 있는 모든 색을 구현한다.

자세한 panel 사양은 표1과 같다. 실험에 사용된 test panel은 He-Ne(30%)-Xe(4%)의 혼합 가스 400Torr로 sealing된 4inch panel이며 약 3600개의 cell을 가지고 있다.



- ①전극간 전압 인가
- ②표면방전
- ③VUV(진공자외선)발생
- ④형광체 여기
- ⑤가시광 발생
- ⑥영상

그림1.AC PDP의 구조 및 동작 원리

표1 TEST PANEL 사양

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

그림 2 실험장치 및 파형

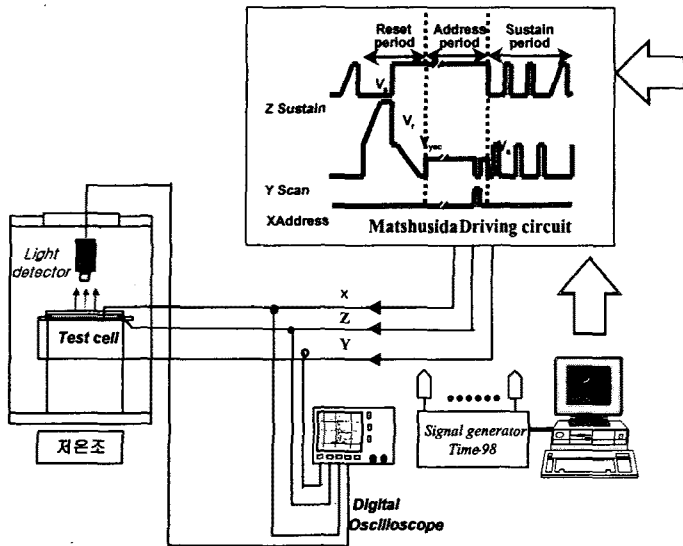


그림2는 실험 장치 및 파형이다.

그림 2와 같이 test panel을 저온조에 넣고 ADS 구동을 하였다. ADS 구동방식은 Reset, address, sustain 구간으로 이루어져 있는데 각 구간의 방전은 광 프루브를 사용함으로써 계측하였다.

저온조의 온도는 상온(20℃)에서 저온(-20℃)까지 가변되며 이 때 cell의 방전 상태를 관찰하였다.

그 결과 저온에서 주위 cell보다 밝아지는 cell이 발생하였다. 이를 저온 오방전의 한 예라고 보고 휘점이라 정의한다.

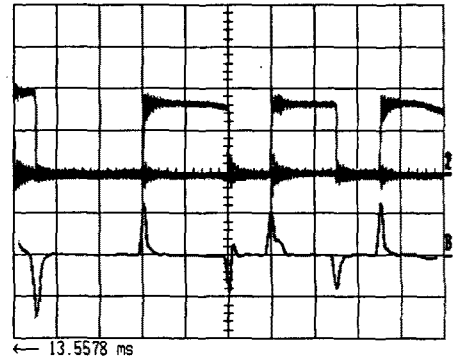
다시 말해 휘점은 저계조임에도 불구하고 고계조를 나타내는 cell들을 말한다. 그러므로 이 실험을 위해서는 계조 구동이 필수적이다. 1TV field는 8개의 subfield로 이루어져있으며 각각의 subfield는 서로 다른 sustain 기간을 가지고 있어서 이들을 조합하여 총 $2^8 = 256$ 개의 계조를 나타낼 수 있다. 본 실험에서는 제 1.2 subfield로 계조 3을 구동하였다.

표2는 각 구동 파형의 전압 레벨 및 전압의 기울기를 나타낸다.

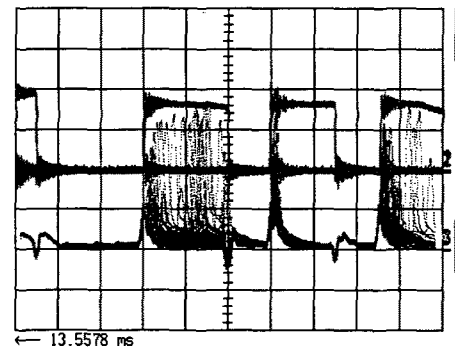
표2. 각 전압 레벨

Vreset	400V
Vzblk	180V
Vaddress	70V
Vsustain	170V
Vscan	80V
Xramp time	40 μ s
Yramp_up time	100 μ s
Yramp_down time	150 μ s

그림3. 제8 subfield에서 sustain구간의 광파형



(a) 휘점이 발생하지 않을 때



(b) 휘점이 발생할 때

그림3은 그림2의 파형 중 sustain 구간에 해당한다. 그림3의(a)는 휘점이 발생하지 않을 때의 광파형이고 (b)는 휘점이 발생할 때의 광파형이다. 위의 그림은 제 8subfield이므로 sustain 구간에서 방전이 일어나서는 안된다. 그러나 그림과 같이 저온이 되면 sustain구간 중 방전이 일어나지 않아야 할 부분에서 방전이 일어남을 알 수 있다. 이러한 오방전이 휘점을 발생시킨다.

그리하여 본 연구에서는 이러한 오방전을 줄이기 위해 MgO 증착조건을 바꾸어 가면서 실험하였다.

MgO박막의 성질은 그 증착 조건에 따라 변화하므로 '기판온도'와 '증착속도'를 중요한 실험 변수로 설정하였다. MgO는 E-beam 기법으로 증착 되었으며 변수는 다음과 같다.

1. 증착시 기판온도 100℃
2. 증착시 기판온도 150℃
3. 증착시 기판온도 200℃
4. 증착 속도 1/2배 (3.5KV, 5mA)
5. 증착 속도 1배 (3.5KV, 10mA)
6. 증착 속도 2배 (3.5KV, 20mA)

여기서 3.5KV는 E-beam 장치에서 전자가 가속되는 전압이며 5,10,20mA 는 전류를 나타낸다. 이 전류가 MgO의 증착속도를 결정하므로 이를 가변하였다.

2.2 실험 결과 및 고찰

표3. 정적 특성

(a) 기판 온도 100℃

	Vfmax	Vfmin	Vsmax	Vsmin
상온(20℃)	231V	205V	152V	141V
저온(-20℃)	223V	200V	147V	134V

(b) 기판 온도 200℃

	Vfmax	Vfmin	Vsmax	Vsmin
상온(20℃)	221V	213V	146V	142V
저온(-20℃)	217V	207V	139V	136V

(c) 증착 속도 1/2배(3.5KV, 5mA)

	Vfmax	Vfmin	Vsmax	Vsmin
상온(20℃)	214V	207V	149V	144V
저온(-20℃)	210V	205V	144V	138V

(d) 증착 속도 2배(3.5KV, 20mA)

	Vfmax	Vfmin	Vsmax	Vsmin
상온(20℃)	214V	203V	151V	139V
저온(-20℃)	207V	198V	138V	133V

정적 특성은 writing pulse 및 erasing pulse를 가하지 않은 상태에서 유지 전압 Vs를 점차 증가 혹은 감소할 경우의 점화 혹은 소거 특성이다. 1개의 cell에서 점화 전압을 Vf로 나타내고 소거 전압을 Vs로 나타낸다.

Vfmin은 cell 하나 on시의 전압을 말하며 Vfmax는 전체 cell on시의 전압이다. 그리고 Vsmax는 cell 하나 off시의 전압을 말하며 Vsmin은 전체 cell off시의 전압이다.

위의 정적 마진으로 알 수 있는 사실은 저온으로 갈수록 Vf 및 Vs 값이 저하한다는 것이다. 이는 저온으로 갈수록 압력P가 낮아지기 때문이라 생각된다. 그리고 firing 값이 저하하는 정도는 기판온도가 낮을수록 증착 속도가 빠를수록 심해지는 것을 볼 수 있다.

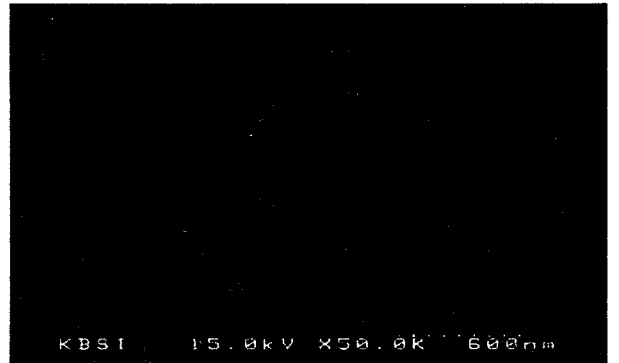
또한 Vfmax-Vfmin 값으로 cell의 uniformity를 유추할 수 있다. 즉 Vfmax-Vfmin값이 큰 것이 cell의 uniformity가 나쁘고 Vfmax-Vfmin이 작은 것이 cell의 uniformity가 좋다는 것이다. 여기서는 기판온도가 높을수록 증착 속도가 느릴수록 uniformity가 좋다는 것을 알 수 있다.

그림4. MgO의 표면 사진

(a) 기판 온도 100℃



(b) 기판 온도 200℃



(c) 증착 속도 1/2배(3.5KV, 5mA)



(d) 증착 속도 2배(3.5KV, 20mA)

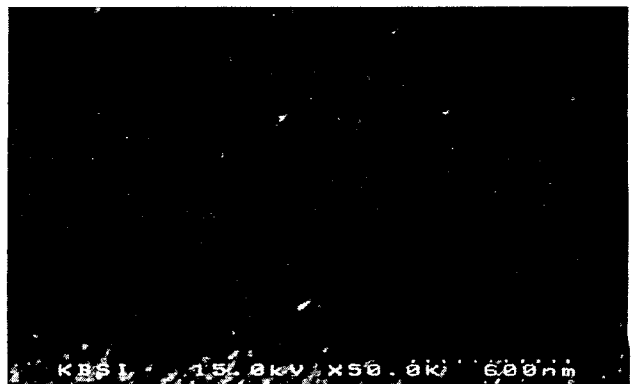
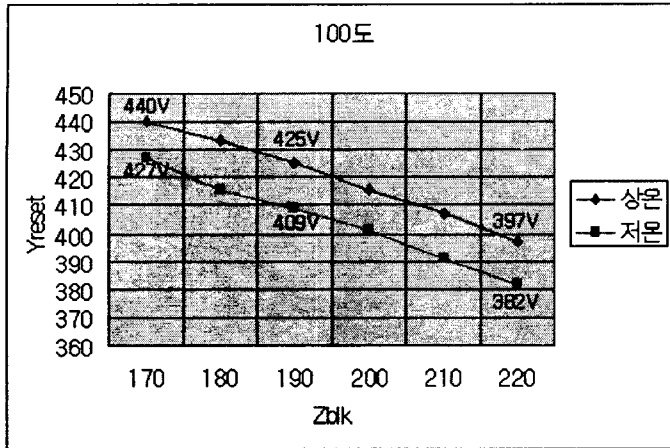


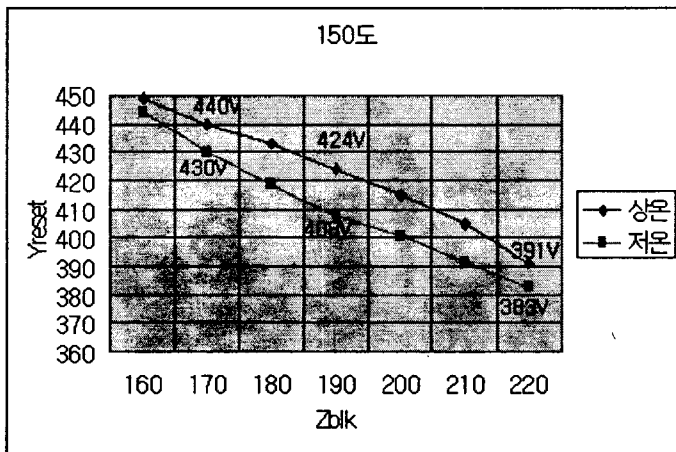
그림4는 기판온도 100℃, 200℃와 증착 속도 1/2배 증착 속도 2배인 sample의 표면사진이다. 표면 사진은 SEM으로 촬영된 것이다. 그림4를 보면 기판온도가 높고 증착 속도가 느린 sample 일수록 박막이 더 치밀하게 구성되어 있는 것을 알 수 있다.[5][6]

그림5.MgO 증착시 기판온도 변화와 온도에 따른 휘점 발생전압

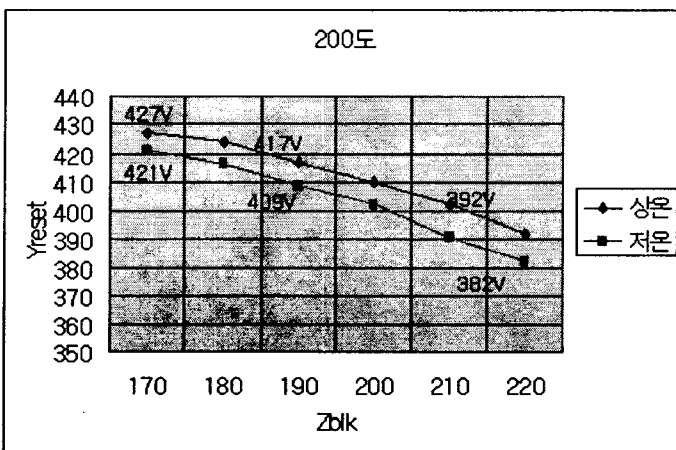
(a)기판온도 100℃



(b)기판온도 150℃



(c)기판온도 200℃



위의 그림5는 상온 및 저온에서 Vreset 및 Vzblk에 대해 휘점이 발생하는 전압을 나타낸 것이다. 단 Vsustain, Vaddress, Vscan 전압은 일정하다. 여기서 그래프의 가로축 및 세로축을 Vreset 과 Vzblk으로 결정한 이유는 표2의 여러 전압 중 가장 휘점 오방전에 민감한 전압이 이 두 전압이기 때문이다.

그림5에서는 저온이 될수록 휘점이 발생하는 전압이 낮아짐을 알 수 있다. 이는 상온에서 정상동작을 하던 cell도 저온이 되면 오방전을 할 수 있다는 것을 의미한다. 휘점이 발생하는 전압이 낮을수록 휘점이 잘 발생하는 panel이다. 그러나 실제로는 panel 마다 최적의 전압level이 다르기 때문에 절대적인 전압값으로만으로는 판정할 수 없다. 그래서 다음 그림6에서 상온에서 휘점이 발생하는 전압을 기준으로 하여 저온에서 휘점이 발생하는 전압을 백분율로 나타내었다.

그림6.MgO 증착시 기판온도 변화와 온도에 따른 휘점 발생전압

$$\text{휘점 발생 전압} = (1 - A/B) \times 100$$

A:저온 휘점 발생전압

B:상온 휘점 발생전압

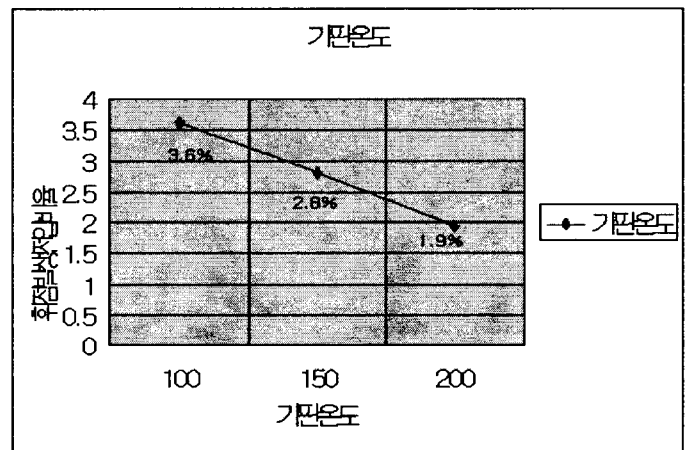
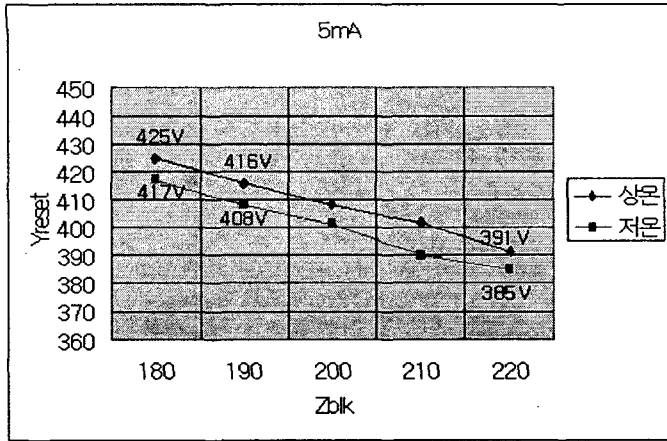


그림6에서 보여지듯이 상온과 저온의 전압 비교시 휘점발생 전압 비율은 기판온도 100℃는 3.6% 150℃는 2.8% 200℃는 2%로 기판온도가 가장 높은 200℃로 증착된 panel이 가장 온도의 영향을 적게 받았다.

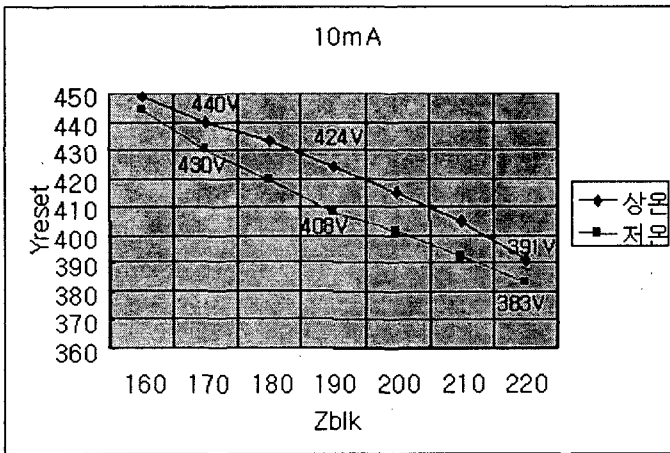
이는 MgO 증착시 기판온도가 높을 경우에는 MgO분자가 기판에 증착 될 때 그 열 에너지로 인해 조금씩 이동함으로써 박막이 더 치밀해져서 온도의 영향을 적게 받는다고 생각된다. 실제로 기판온도가 높을 경우에는 MgO의 결정방향이 (220)에서(200) 변하면서 박막이 치밀해지는 것 이외에도 γ 계수가 증가하여 방전 개시 전압이 낮아진다. [1][2][3][4]

그림7. MgO 증착시 증착 속도 변화와 온도에 따른 휘점 발생전압

(a) 증착속도 1/2배 (3.5KV, 5mA)



(b) 증착 속도 1배 (3.5KV, 10mA)



(c) 증착 속도 2배 (3.5KV, 20mA)

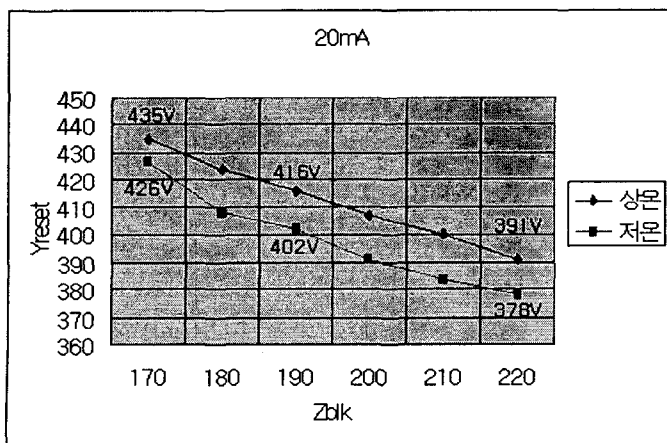


그림7은 그림5와 마찬가지로 상온 및 저온에서 Vreset 및 Vzblk에 대해 휘점이 발생하는 전압을 나타낸 것이며 Vsustain, Vaddress, Vscan 전압은 일정하다

그림8. MgO 증착시 증착 속도 변화와 온도에 따른 휘점 발생전압을

$$\text{휘점 발생 전압} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 저온 휘점 발생전압
B: 상온 휘점 발생전압

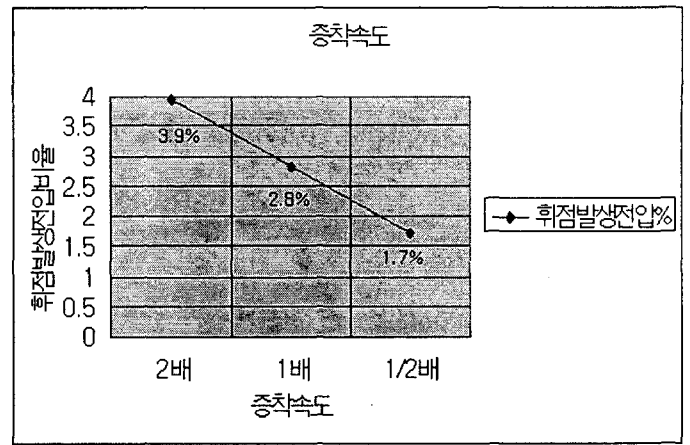


그림8에서 알 수 있듯이 상온과 저온의 전압 비교시 휘점 발생 전압 비율은 증착 속도 2배는 3.9% 1배는 2.8% 1/2배는 1.7%로 증착 속도가 가장 느린 1/2배 (3.5KV, 5mA) panel이 온도의 영향을 가장 적게 받았다.

MgO 증착 속도가 느리다는 말은 MgO 박막이 서서히 형성된다는 말이다. 박막은 형성되는 속도가 느릴수록 더 치밀하게 구성된다. 만약 박막형성 속도가 빠르다면 MgO가 재배치할 겨를도 없이 쌓이므로 많이 쌓인 부분은 더 많이 쌓이게 되므로 전체적인 uniformity도 떨어질 것이다.

다시 말해 느린 속도로 증착된 MgO의 박막이 더 치밀하므로 이 역시 기판온도가 높은 시료와 마찬가지로 온도에 덜 민감하게 반응하여 저온에서 휘점 오방전이 일어날 확률이 줄어든다.

3. 결론

본 연구에서는 AC PDP가 저온에서 휘점 오방전을 일으키는 것을 보고 이를 개선시키는 방법으로 방전에 직접적으로 영향을 미치는 MgO의 증착조건을 변화시켰다. 그 결과는 다음과 같다.

1) MgO 증착시 기판온도가 높을수록 방전이 온도변화에 영향을 적게 받았고 오방전도 줄었다. 이는 높은 온도에서 형성된 MgO 박막은 재배치에 의해 더 치밀한 구조를 이루고 있기 때문이라고 생각된다.

2) MgO 증착시 증착속도가 느릴수록 방전이 온도변화에 영향을 적게 받았다. 이는 MgO의 증착 속도가 느릴수록 박막이 더 치밀하고 일정하게 형성되기 때문이라고 생각된다.

[참고 문헌]

- [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 스퍼트링성에 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] M. S. Joo, T. H. Kim, J. S. Lee, "MgO Film Activation with surface Discharge at Elevated Temperatures in AC Plasma Display Panels.", IDW PDP 2-3, 2001
- [6] H. H. Kim, T. H. kim, H. J. Kwon, J. S. Lee, "Growth mechanisms and characteristics of MgO Thin films by reactive sputtering.", IDW PDP p4-3, 2001