

MgO 증착 변수에 따른 AC-PDP의 수명 특성 연구

최민석 김영락 최윤창 박차수 김동현 이호준 박정후
부산대학교 전기공학과

**A Study on the Lifetime Characteristics of AC-PDP
as a Parameter of MgO Preparation**

M. S. Choi, Y. R. Kim, Y. C. Choi, C. S. Park, D. H. Kim, H. J. Lee, C. H. Park
Pusan National University

Abstract - In order to be good display, the ac PDP lifetime should be guaranteed over 30000 hours. Therefore, to satisfy these demands, it is need to find out main factors in ac PDP affecting the lifetime.

In this paper, the characteristics of lifetime as a parameter of the MgO deposition rate conditions is investigated. MgO protective layers is fabricated by E-beam. Before measuring the lifetime we have carefully performed high temperature evacuation and aging procedure, which is essential for providing the initial condition of our experiment.

If MgO deposition rate increased, MgO film becomes dense and an adhesive power of MgO film gets better and because occurrence rate of the MgO cluster decreases, lifetime of MgO will be improved.

As a result, ac PDP lifetime can be improved due to the improvement of MgO by MgO preparation conditions.

1. 서 론

Plasma Display Panel(PDP)은 저기압 방전을 이용한 화상표시 display로써, 40인치 이상의 대화면 제작이 가능하다. PDP의 가장 큰 장점은 제작구조가 간단하고, 160°이상의 넓은 시야각을 가진다는 것에 있다. 하지만, 아직 cost의 저감과 효율 향상 및 장수명화의 문제가 남아있다.

현재 시판되고 있는 ac PDP는 소비자의 입장에서는 고장 없이 장시간 좋은 화면을 유지할 수 있는 제품이여야 할 필요가 있다. 그러므로 이와 같은 요구를 만족시키기 위해서는 장수명 인자들을 이용한 수명 향상 연구가 필요하다. 그러나 각 panel의 수명을 시험하는데는 장시간을 요하므로 본 연구에서는 고전압, 고주파의 단시간 시험법을 이용하여 보다 빠른 수명 향상을 위한 조건을 찾고자 한다.

PDP의 수명 및 특성에 가장 치명적인 인자는 MgO의 물성과 전기적, 광학적 특성이다. MgO의 열화는 MgO 표면이 음극이 될 경우 양이온에 의한 충격으로 MgO가 sputtering 되는 것이 그 원인으로 ac PDP의 수명 저하 및 형광체 오손 등 여러 가지 현상이 동반된다. 즉, MgO 표면에 sputtering 현상이 발생하면 MgO 표면은 열화 되어 2차 전자 방출계수가 저하하고 방전 개시 전압은 상승하게 되어 ac PDP의 수명이 저하하게 된다. 이 MgO의 개선 없이는 수명을 크게 향상시키는 것은 사실상 불가능하다고 볼 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 MgO의 특성을 향상시키기 위해서 H₂O, 공기, CO, CO₂등과 같은 ac PDP에 있어서 제조 과정 및 panel 동작 내에서 여러 가지 원인으로부터 발생하는 불순물들을 제거하기 위해 고온배기하여 방전특성 향상을 꾀하였고 MgO의 제작 조건을 변화시켜서 PDP 수명과 상관을 실험적으로 조사하였다.

2. 본 론

2.1 실험에 사용된 패널의 제작

AC PDP의 기본구조는 그림1과 같이 두 장의 유리기판으로 구성되어 있으며, 상판과 하판으로 나누어진다. 상판에는 display 전극을 형성하고, 그 위에 유전층을 형성한 뒤, MgO 보호층을 형성한다. 하판은 상판의 display 전극과 수직으로 어드레스 전극을 설치하고 그 위에 white back을 도포한다. 이후 방전 셀 사이의 誤방전(cross-talk)을 방지하기 위하여 130 μ m정도 높이의 격벽(barrier)을 설치하고 그 사이에 R, G, B의 형광체를 채운다. 이 두 기판은 저융점 유리를 이용하여 서로 봉착한다. 기판의 한쪽에 5mm정도의 구멍을 뚫어서, 그 위에 배기용 유리관을 부착하고, 이 유리관을 통해서 기판을 가열하면서 충분히 진공 배기한 후, He-Xe, Ne-Xe, 혹은 He-Ne-Xe 등의 혼합 가스를 봉입한다. PDP는 혼합 가스 중 Xe에서 여기되는 147nm와 173nm의 VUV(Vacuum Ultra-violet)가 형광체를 여기 시킴으로써 발생하는 가시광을 이용하는 구조로 되어 있다.

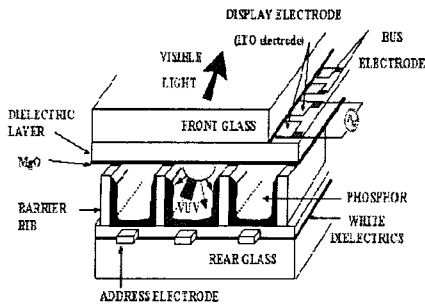


그림1. AC PDP의 계략도

표1에서는 실험에서 사용된 ac PDP의 spec.을 나타내고 있다.

패널 조건 He(base)+Ne(30%)+Xe(4%) 400torr			
상 판		하 판	
유전층 두께	30 μ m	Add 전극 폭	100 μ m
전극 폭	310 μ m	W. B 두께	15 μ m
전극 간격	60 μ m	Rib 높이	130 μ m
전극구조	fence구조	Rib pitch	360 μ m
MgO	5000A	Rib 폭	60 μ m
		Phosphor 두께	30 μ m

실험에 사용된 Panel은 4inch로써 Tip-Off 전 고온으로 배기함으로써 수명에 치명적인 MgO막과 Panel내의 잔류하는 불순물을 제거하고자 하였다. 그래서 상온과 고온에서의 배기과정을 거친 panel을 각각 비교하여 보다 정밀한 실험을 하고자 하였다.

다음은 고온배기를 위한 장치의 계략도이다

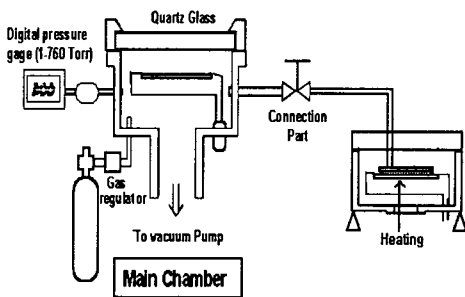


그림2. 고온배기를 위한 장치의 계략도

고온 배기 장치의 온도는 PWM제어를 사용하여 3시간 동안 350 $^{\circ}$ C holding하였으면 6시간동안 터보펌프 (10^{-7} torr)로 배기하였다. 350 $^{\circ}$ C를 배기 온도로 선택한

것은 H₂O(습기)가 320 $^{\circ}$ C부근에서 잘 배출된다고 보고 되었기 때문에 다소 여유를 둔 350 $^{\circ}$ C를 선택하였다. 배기후 3원 gas(He(base)+Ne(30%)+Xe(4%)) 400torr를 채우고 sealing하였다. panel의 특성은 초기 10kHz, 중간전압으로 aging하면서 시간에 따른 정적마진으로 V_{fmin} 과 V_{smax}의 중간값으로 비교하였다.. 그리고 정상구동 주파수 50kHz에서 수 시간 구동한 후 최종 전압을 확인하였으며 더 이상 전압이 내려가지 않는 지점을 aging 포화전압이라 칭하였다.

그림 3은 상온에서 6시간 배기한 시료의 방전전압특성이다. 그래프에서 보면 초기 1시간동안 aging한 후 방전전압의 중간값이 225V로 상당히 높은 전압에서 시작하는 것을 알 수 있다. 그리고 aging후 18시간 지나서 aging 전압 포화점에 도달했다. 50kHz에서 수 시간 구동한 후 중간값이 170.5V로 나타났다.

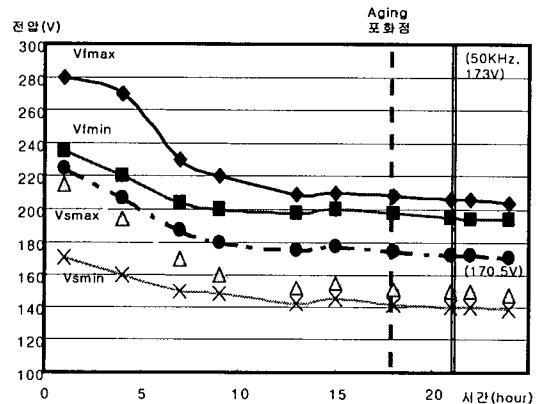


그림3 상온배기한 시료의 방전전압특성

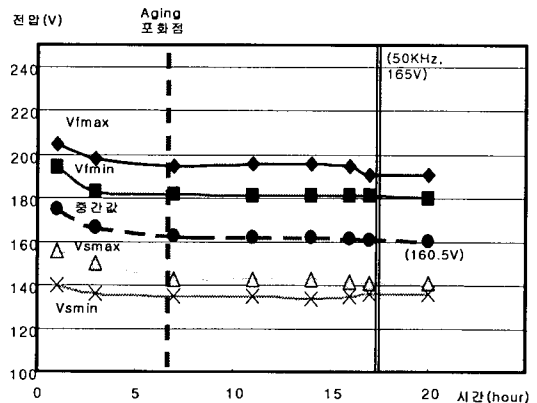


그림4 고온배기한 시료의 방전전압특성

그림 4는 고온에서 배기한 시료의 방전전압 특성을 나타내고 있다. aging 포화점 도달 시간이 7시간으로 상온에서 배기한 시료와 상당한 차이를 보이고 있다. 50

에서 수 시간 구동한 후 최종 중간값이 160.5V로 나타났다.

상온에서 배기한 시료와 고온에서 배기한 시료를 비교하면 aging 전압 포화점에 도달하는 시간이 10시간이상 단축되었고 그 전압 또한 10V정도 더 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 고온에서의 내부 불순물의 배기가 더 잘 일어난다는 것을 알 수 있다.

각 수명실험에 사용된 시료들은 이와 같이 고온에서 배기함으로써 수명을 저하시키는 잔류 불순물을 보다 적게 하여 다른 외부적인 요인들을 최소화하였다.

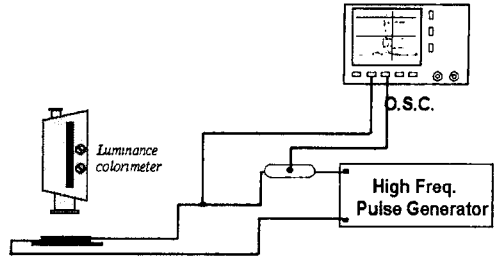


그림5. 실험장치의 계략도

2.1.1 실험장치 및 방법

본 연구에서는 장시간을 요구하는 수명실험을 단축하기 위해 단시간 시험법을 채택하였다.

단시간 시험법의 이론을 살펴보면 다음과 같다.

MgO 표면에 sputtering 현상이 발생하면 MgO 표면은 열화 되어 2차 전자 방출계수가 저하하고 방전개시전압은 상승하게 되어 ac PDP의 수명이 저하하게 된다.[16] 그러므로 MgO의 sputtering을 좌우하는 인자를 제어하면 단시간 수명 시험 조건을 얻을 수 있다. 일반적으로 sputtering rate R은 다음과 같이 나타낼 수 있다.[18]

$$R = K\left(\frac{I}{P}\right)^{2.5} \cdot f$$

여기서, R은 sputtering rate, K는 비례상수, J는 방전전류밀도, P는 동작 gas 압력, f는 인가전압의 주파수로서 sputtering rate는 (J/P)의 2~5승에 비례하며 주파수에도 비례하게 된다.

방전 전류 밀도(J)는 ac PDP 구동 조건에서 인가전원의 pulse 전압으로 제어할 수 있다. 그러나 단시간 내에 수명 시험을 행하기 위해 과전압을 인가할 경우 arc 방전이나 self-erasing이 발생하지 않는 범위가 되도록 선정되어야 할 필요가 있다.

한편 동작 gas 압력(P)이 낮아지면 전자의 평균자유행정이 길어지고 전자의 속도가 증가하므로 sputtering rate가 증가한다.

본 연구에서 사용한 MgO의 단시간 수명 시험 조건은 다음과 같이 설정하였다.

- (1) panel 표면온도는 약 50℃임
- (2) 가속 구동 주파수 300kHz
- (3) 30% 과전압
- (4) Gas400Torr

실제 사용된 4inch 시료는 3line씩 6pair가 있고 그중 가운데 3line(총 test cell 수는 약 350개)만을 선택하여 구동하였다. 이는 가속 구동 시 열팽창 계수의 차이로 파손 될 것이기 때문이다.

본 실험에서 사용한 구동회로는 Function Generator에서 발생된 특정 주파수의 Clock이 Counter를 지정하게 되고, Counter의 출력이 ROM의 Address로 지정된다. 이미 ROM에는 FET의 ON·OFF의 정보를 가지고 있어, Counter로부터의 Signal에 의해 FET의 ON·OFF Signal이 Buffer를 지나 Power FET의 구동 소자로 연결되어 FET가 구동하게 된다. FET의 스위칭에 의해 Test Panel에 pulse가 인가된다. test panel의 인가 구동 전압의 크기는 DC-Power Supply에 의해 제어되고, 구동 주파수는 Function Generator의 Clock에 의해 제어된다.

2.1.2 수명의 판정

수명은 방전동안 운동하는 플라즈마 입자에 의한 MgO 보호층의 Sputtering에 의한 열화와 MgO 보호층으로부터 Sputter된 atom이 형광체에 부착되어 형광체의 열화로 인해 감소한다.

그래서 본 실험에서 열화정도는 구동전압의 상승 정도와 휘도로서 판정하였다. 가속 수명시험 중 cell 내에서 MgO가 방전 plasma 중의 양이온 충격에 의해 sputtering 되면 방전개시전압 및 방전유지전압이 점차 상승하게 된다. 열화 판정을 위해 실험 도중 매시간 정상구동주파수인 50kHz에서 전압 특성과 휘도를 측정하여 정상 구동 조건하에서 열화 정도를 판정하였다.

수명의 종료시점은 일반적인 정의에 따라 초기 휘도의 50% 감소시점으로 하였다.

2.2 실험 결과 및 고찰

MgO의 증착시간을 변화하여 각각 5000A를 증착하여 단시간 가속 수명 시험법을 적용하였다.

MgO 증착시 E-beam 강도를 3.5KV, 20mA로 하여 8분 동안 MgO 두께 5000Å을 증착 한 경우이다.

증착시간을 24분으로 한 경우 수명시간은 단시간 가속 수명 조건하에서 85시간이 됨을 알 수 있었다. 이때 잔류 휘도는 335(cd/m²)로 초기 휘도의 48%였다.

MgO 증착시 E-beam 강도를 3.5KV, 7mA로 하여 45분 동안 MgO 두께 5000Å을 증착 한 경우이다.

<증착시간 8분인 경우-증착전류20mA>

(고온배기,400Torr, 가속전압210V) Life-time line (62hr)

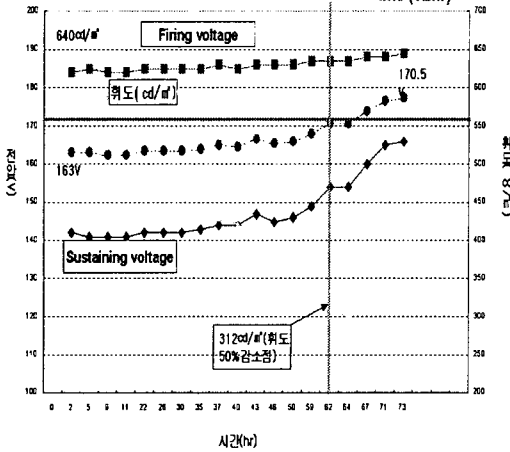


그림 6. 증착시간 8분의 경우 가속수명 시험 후 방전전압 특성 및 휘도

증착시간을 8분으로 한 경우 수명시간은 단시간 가속 수명 조건하에서 62시간이 됨을 알 수 있었다. 이때 잔류 휘도는 312(cd/m²)로 초기 휘도의 48%였다.

다음은 MgO 증착시 E-beam 강도를 3.5KV, 10mA로 하여 24분 동안 MgO 두께 5000Å을 증착 한 경우이다.

<증착시간 45분인 경우-증착전류7mA>

(고온배기,400Torr, 가속전압210V) Life-time line (93hr)

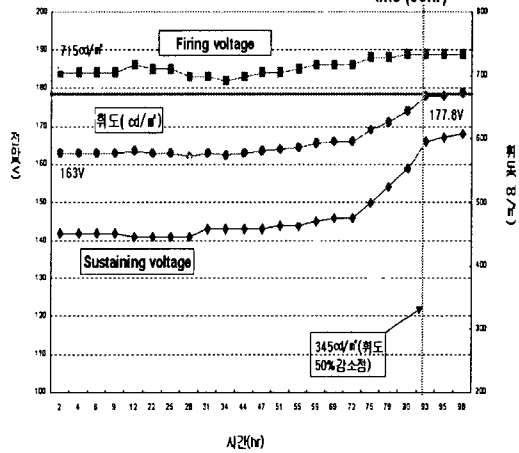


그림 7. 증착시간 45분의 경우 가속수명 시험 후 방전전압 특성 및 휘도

증착시간을 45분으로 한 경우 수명시간은 단시간 가속 수명 조건하에서 93시간이 됨을 알 수 있었다. 이때 잔류 휘도는 345(cd/m²)로 초기 휘도의 48%였다.

<증착시간 24분인 경우-증착전류10mA>

(고온배기,400Torr, 가속전압210V) Life-time line (85hr)

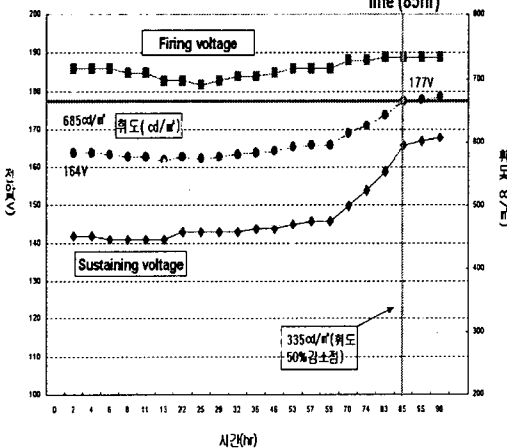


그림 7. 증착시간 24분의 경우 가속수명 시험 후 방전전압 특성 및 휘도

3. 결 론

수명에 치명적인 MgO막과 Panel내의 잔류하는 불순물을 제거하고자 350℃ 고온에서 배기한 시료는 상온에서 배기만 한 시료보다 더 빠른 aging 포화 전압에 도달하였으며 그 전압 또한 10V정도 낮아진걸 알 수 있었다. 이는 고온에서의 내부 불순물의 배기가 더 잘 일어났다는 것을 알 수 있다.

MgO의 증착시간에 따른 단시간 가속 시험법을 적용하여 수명을 조사하였다.

증착시간 8분일 경우 수명 종료 시간이 62시간으로 잔류 휘도는 312(cd/m²)였고, 증착시간 24분일 경우 수명 종료시간이 85시간으로 잔류 휘도는 335(cd/m²)였다. 증착 시간 45분일 경우 수명 종료 시간이 93시간으로 잔류 휘도는 335(cd/m²)이었다. 이때 잔류 휘도는 모두 초기 휘도의 48%로 나타났다.

MgO 증착시간을 천천히 한다는 것은 E-beam

source의 power를 줄인다는 것을 의미하며 MgO 의 증발속도가 느리게 됨을 의미한다.

증착시간을 빨리 할 경우 MgO cluster등이 증발되기도 하여 MgO 박막의 막질을 저하시키며, 동시에 많은 MgO 입자가 증발되어 기판에 퇴적되므로 박막이 치밀하지 못하게되어 박막에 부착력이 현저히 나빠지고, 박막이 단단하지 못하게 된다. 역으로 E-beam의 증착시간을 천천히 하면 박막이 치밀해지고 박막과 기판의 부착력이 향상되며, MgO cluster 발생률이 현저히 감소하게되므로 MgO 수명이 향상된다고 볼 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] Heiju Uchiike, "Annealing Process of Evaporated MgO Films in ac Plasma Display", SID, 1991
- [2] Chung-Hoo Park, Young-Kee Kim, Sung-Hyun Lee, Woo-Geun Lee, Youl-Moon Sung, "Surface-discharge characteristics of MgO-thin films prepared by reactive RF unbalanced magnetron sputtering", Thin Solid Films, vol.366, pp.88-94, March, 2000
- [3] Yun-gi Kim, "Relationships between MgO Manufacturing Conditions and AC PDP Lifetime", Thesis for a master's degree, Pusan National University, February, 2001
- [4] Jeong-Eun Heo, "Relation Between Impurity Gas and Luminance/Discharge Characteristics of AC PDP", Journal of Information Display, vol.2, no. 4, 2001
- [5] Kim Young Dae, "A Study on the Short-Term Lifetime Test Method of AC PDP and its Application", Thesis for a master's degree, Pusan National University, February, 2001
- [6] Sean J. Yoon, "Calculation of the MgO Protecting Layer in AC-PDP", Asia Display/IDW '01
- [7] Hiroshi Kajiyama, "Reduction of Residual Water in MgO Protective Layer", Asia Display/IDW '01
- [8] Aboelfotoh and Sahni, "Aging Characteristics of AC Plasma Panels", Proceedings of the SID, vol.22, pp.219-227, April, 1981
- [9] S. Choi, et al, "Application of optical method for quantitative investigation of MgO erosion in a.c. plasma display panels", Thin Solid Films, vol.384, pp.115-119, 2001