

AC PDP 단위셀의 방전 특성 기초 연구

심경렬 김훈희 허정은 김동현 이호준 박정후
 부산대학교 전기공학과

A Study on the single cell discharge characteristics of AC PDP

K. R. Shim H. H. Kim J. E. Heo D. H. Kim H. J. Lee J. H. Park
 Department of Electrical Engineering, Pusan National University

Abstract - Effects of delay and panel temperature on the discharge time lag and the controllability of weak discharge mode were studied under single cell driving circumstances of ac PDP. It was found that sufficient number of priming particle is necessary for inducing weak discharge in ramp voltage driving. Discharge time lag was reduced dramatically under elevated panel temperature condition. It is speculated that decrement of discharge time lag at the high temperature is related to the reduction of diffusion loss of charged particles during the after glow.

1. 서론

Plasma Display Panel(PDP)은 저가압 가스 방전에 서 발생된 자외선이 형광체를 여기 시킴으로써 발생하는 가시광을 이용한 자체 발광형 표시소자이다. 현재 PDP는 대화면화가 용이하고 초박형 경량 구조로 대화면 평판 디스플레이로 각광 받고 있다. 하지만 AC PDP의 구동에 있어서 고정세화로 갈수록 야기되는 가장 큰 문제점 중의 하나는 addressing에 소요되는 시간이 길어짐으로써 상대적으로 display 기간이 줄어들어 휘도의 저하를 가져올 수 있다는 것이다. 이를 해결하기 위해 dual scan 방식을 사용하고 있지만, 이 경우에 drive IC 수가 증가하기 때문에 비용이 증가하는 문제점을 가지고 있다.[1] 이를 해결하기 위하여 High speed addressing이 필요하다.

High speed addressing을 실현함으로써 addressing time을 줄이고, AC PDP의 저전력(Reduction of power), 저가격(Low cost), 고화질(Picture Quality), 고휘도(High luminance)를 실현할 수 있다.[2][3] 이러한 고속 addressing을 실현하기 위해서는 먼저, 기초 방전 특성을 연구할 필요성이 있다.

본 연구에서는 방전 후 유지시간 변화에 따른 방전 특성과 온도변화에 따른 방전 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

AC PDP의 기본 구조는 그림1과 같이 상, 하판 두 장의 유리 기판으로 구성되어 있다. 상판에는 ITO로 이루어진 방전 유지 전극이 있고, 그 위에 유전층이 유지 전극을 덮고 있으며, 방전시 이온 충격으로부터 이 유전층을 보호하기 위한 MgO박막이 E-beam 증착 기법에 의해 유전층 상에 증착 되어 있다. 그리고, 하판에는 방전을 제어하기 위한 어드레스 전극과 표면 방전에서 발생하는 진공 자외선을 가시광으로 변화하는 RGB 삼원색의 형광체가 도포 되어 있으며, 인접 cell과의 구분을 위해 격벽이 형성되어 있다.

표 1은 test panel의 사양을 나타내고 있다.

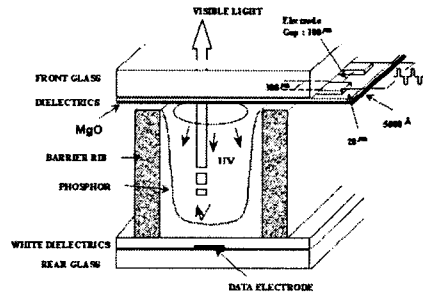


그림 1. AC PDP의 개략도

표 1. Test panel의 사양

Table 1. The specification of test panel

Bus 전극 폭	85μm
ITO 전극 폭	270μm
ITO 전극 간격	65μm
유전층 두께	40μm
MgO층 두께	5000Å (E-beam 증착)
Barrier rib 폭	75μm
Barrier rib 높이	130μm
형광체 두께	20μm
Mixture gases	Ne+(9.6%)He+(6%)Xe

그림 2는 본 실험에서 사용된 구동 파형을 나타내고 있다. 1 cell만을 ON시키기 위하여 DATA전극(X전극)과 Scan전극(Y전극)사이에서 초기 방전을 발생시켜 벽전하를 생성시키고, 그 후, 표면전극 사이에 전압을 인가하여 1cell을 ON시켰다. Cell 내부의 벽전하 상태를 포화시키기 위하여 펄스 수를 각각 약 30개 인가하였으며, 측정 후 Reset구간을 두어서 Cell내부의 상태를 최대한 같은 상태로 하여 실험하였다.

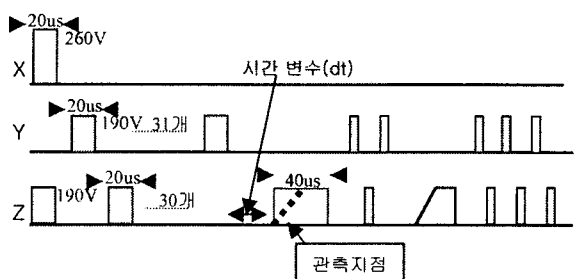


그림2. 실험파형

본 연구에서는 *surfacing discharge* 후, 휴지시간(*the pause time*)을 변화 시키고, 실험파형(*Ramp*파, 구형파)을 인가하여 각각의 휴지시간에 따른 방전 *Case*의 비율과 방전 늦음시간의 평균값을 구하였다.

그림 3은 펄스 전압 파형과 전류파형을 나타내고 있다. PDP 셀은 용량성 부하이기 때문에 전압을 인가할 경우 전압 상승 후에 충전전류 혹은 변위전류라고 칭하는 전류가 먼저 흐르게 되고 그 전류 성분에 의해 셀 내 전압이 확립되면 이후 방전에 의한 방전전류가 흐르게 된다. 그러나 방전전류는 전압 펄스의 상승 후, 어느 정도의 시간 늦음을 가지고 전류 파형이 나오게 된다. 이 시간 늦음을 방전늦음시간(*discharge time lag*)이라 한다.[4] 방전전류는 *current probe*를 이용하여 *oscilloscope* 상에서 측정된다. T_d 은 *oscilloscope* 상의 인가전압 파형의 *peak* 치의 10% 지점에서 방전전류 *peak* 치의 *rising* 10% 지점까지의 시간으로 계산한다.

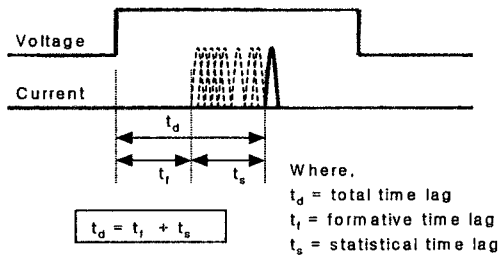


그림3. 방전 늦음(Discharge time lag)

앞서 논한 바와 같이 *delay time*은 방전전류에 의해서 정의되어진다. 그러나 단일 셀의 방전전류는 너무 작기 때문에 실제 계측하기가 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 *photo diode*나 *PMT(Photo multiplier tube)*로 방전시에 발생하는 미세광을 *detect* 하여 방전 전류와의 관계를 도출함으로써 *delay time*을 광파형으로서 평가하였다.

그림 4는 약 7000개 셀에 대한 *addressing* 시의 광파형과 방전전류 파형의 관계를 나타내고 있다. 광파형의 *peak time*, 전계 *delay* 및 분산이 전류파형과 유사함을 알 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 방전전류를 측정하지 않고 단일 셀의 방전 광파형을 정밀하게 *detect* 하여 *delay time*을 추정할 수 있었다.[5][6] 이에 따라 본 연구에서는 *high sensitive light detector*로서 *Hamamatsu*사의 *APD module*을 사용하였다. *APD module*은 *avalanche photo-diode(APD)*와 *temperature compensate bias circuit* 및 *low noise I-V amplifier circuit*로서 구성되어 있어 각 셀에서 발생하는 미세광을 측정하기 용이하게 설계되어 있다.[7]

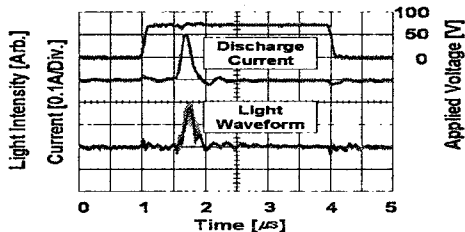


그림 4 Addressing 방전 시 전류와 광 파형의 관계
Fig. 4 A typical relationships between addressing discharge current and light waveform.

그림 5는 실험 장치의 구성도이다. 실험 장치는 크게 7인치 *panel*과 *panel*의 주위 온도를 제어할 수 있는 고온조, 그리고 구동회로 부분으로 구성되어 있다. 고온조는 *panel*의 주위 온도를 40℃~90℃까지 가변 시킬 수 있으며 설정 온도에서 *PWM*제어를 통해 1℃미만의 오차를 가지도록 제작하였고, 외부에서 *panel*의 방전상태를 관측하기 용이하도록 상부 면에 관측 창을 두었다. 구동회로 부분은 *signal* 발생부와 전압 공급부, 그리고 *analog switching* 부로 구성되어 있다.

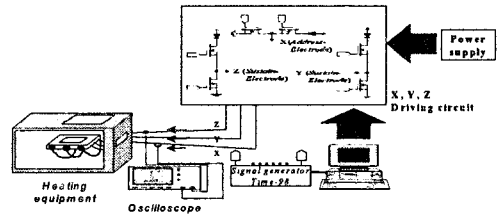


그림 5. 실험 장치의 개략도

그림 2의 실험 파형을 *test panel*에 인가하여 1cell을 구동하였다(*Red, Green, Blue*). 먼저 *panel* 주위 온도가 상온(18℃)일 때의 광을 계측하고, *panel*의 주위 온도를 고온(70℃)으로 했을 때 상온과 동일 전압 하에서의 방전 광파형을 계측하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

단위 셀을 *ON*하여 약 60회 정도의 방전 후 *Ramp*파를 인가하면 두 가지 형태의 방전광파형이 관측된다. 그림 6은 그러한 방전광파형을 나타낸 것으로 (a)는 약방전이 일어난 것이고, (b)는 강방전이 일어난 것이다. 이러한 약방전이 일어나는 이유는 앞선 방전에서 생성된 *priming*입자들이 충분한 량을 가지고 다음 방전에 영향을 미치고 있기 때문이다. 즉, *priming*입자가 많을 경우 낮은 과전압에서 방전이 일어나, 약방전이 된다. 반면, *priming*입자를 충분히 확보하지 못한 경우, 높은 과전압에서 방전이 일어나 강방전이 된다. 일반적으로 *Ramp*파형은 약방전을 유도한다. 하지만, 충분한 *Priming*입자를 확보하지 않을 경우 강방전도 일어난다.

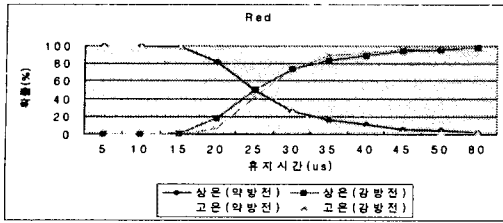


그림6. Ramp파형 인가시 방전 모드

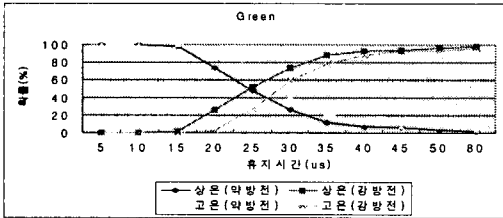
그림 7은 *Ramp*파형을 인가하였을 때 나오는 강방전, 약방전의 두개 *Case*를 총 500개의 펄스에서 각각이 차지하는 비율을 그래프로 구한 것이다. 즉, 약방전과 강방전의 비율을 더하면 100%가 나오게 된다. 이러한 실험을 상온과 고온에서 *R.G.B.* 각각의 단일셀을 측정하였다.

그림 7.(a)과 7.(b)에서 *Red*와 *Green*의 그래프는 상온에서 약 25 μ s까지는 약방전이 다수를 이루고 있지만, 그 이후에는 강방전이 다수를 이룬다. 고온이 되면서 약방전이 약30 μ s까지 주를 이루고 있다. 이는 *priming*입자들이 방전에 미치는 시간을 의미한다. 즉, 이 시간까지는 *priming*입자들이 충분히 존재함을 의미한다. 그림7.(c)과 같이 *Blue cell*의 경우, 다른 *cell*과는 다른 그래프모양을 가지는데, 이는 *Blue cell*의 형광체 높이가 다소 높아 방

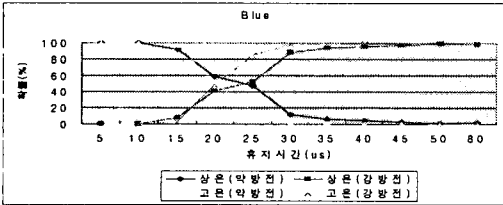
전공간이 좁아져서 확산 및 재결합이 많이 발생하여 상온에 비하여 고온에서 강방전이 빨리 발생한 것으로 보인다.



(a) 휴지시간에 따른 Red Icell의 방전



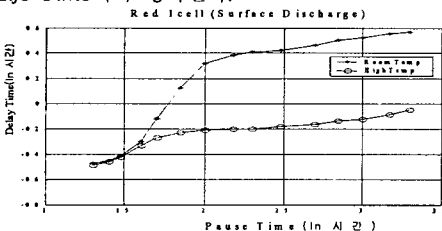
(b) 휴지시간에 따른 Green Icell의 방전



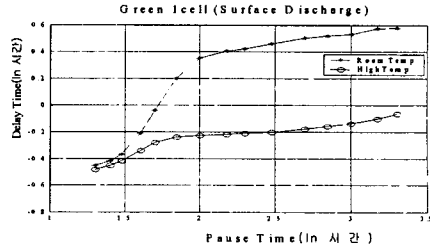
(c) 휴지시간에 따른 Blue Icell의 방전

그림7. 휴지시간에 따른 방전특성.

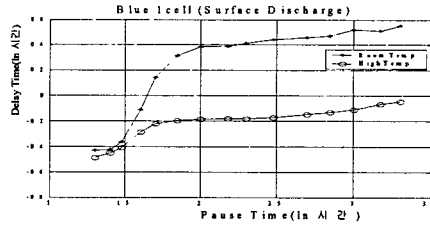
그림 8은 상온과 고온에서 R.G.B. 각각의 휴지시간에 따른 방전늦음시간 평균값을 구하여 밑수를 자연수로 하는 자연 로그-로그 그래프를 구한 것이다. 상온에서 R.G.B 모두 동일하게 휴지시간 약30us에서 평균 늦음시간이 증가하여 약 100us까지 급격히 증가한다. (Blue의 경우는 더 빠른시간에 시작하여 끝난다.) 그 후, 휴지시간이 증가함에 따라 낮은 기울기를 가지고 방전늦음시간 평균값이 증가한다. 고온에서 R.G.B 모두 동일하게 상온에 비해서 늦음시간이 짧다. 방전늦음시간 평균값이 짧아지면서, Jitter도 줄어들음을 볼 수 있다. 또한, 고온에서는 휴지시간이 증가함에 따른 방전늦음시간의 변화가 상온에 비하여 변화는 폭이 적다. 즉, 상온에 비하여 고온에서의 방전늦음시간은 훨씬 짧게 나오며, Jitter폭 또한 줄어들었다. 하지만, 기울기가 변화하는 변곡점은 상온과 고온이 비슷하게 나왔으며, 이 변곡점이 priming 입자의 Life Time이라 생각된다.



(a) Red Icell의 방전늦음시간



(b) Green Icell의 방전늦음시간



(c) Blue Icell의 방전늦음시간

그림8. 휴지시간 변화에 따른 방전 늦음시간

4. 결론

본 논문에서는 AC PDP 단위셀에서 면방전(Surfacing Discharging) 후, 휴지시간을 변화시키면서 실험 파형을 인가하였다. 이때 실험파형을 Ramp형으로 인가할 경우, 강방전, 약방전의 두가지 방전 Case가 나오는데 총500펄스를 인가하여 각 방전의 비율을 구하였다.

그 결과 휴지시간 약25~30us에서부터 강방전의 비율이 약방전의 비율보다 높아지기 시작하였다. 이 시간점을 priming입자가 방전에 영향을 미치는 시간으로 생각된다. 한편, 구형파를 인가하여 방전늦음시간을 측정하였을 경우에는 휴지시간 약 30us에서 방전늦음시간이 급격히 증가하기 시작하여 약100us에서는 다시 낮은 기울기를 가지며 증가하였다. 이 또한, 이 시점까지 priming입자가 충분히 존재하여 방전에 영향을 미치고 있다고 생각된다.

상온과 고온을 비교하였을 경우, 상온에 비하여 고온에서 방전늦음시간이 현저히 줄어들음을 확인하였다. 또한, Jitter폭도 줄어들음을 확인하였다.

본 논문에서 행한 실험은 면방전만을 실험했기 때문에 R.G.B에 따르는 형광체 특성은 이번 실험에서는 나타나지 않았다.

이러한 휴지시간 및 온도에 관한 기초연구를 통하여 High Addressing을 실현되길 바란다.

[참고 문헌]

- [1] A. Sobel, "Big, Bright, and Beautiful", Information DISPLAY(SID), Vol. 14, No. 9, pp. 26-28, 1998
- [2] K. Sakita et al, SID01 Digest, p1022, 2001
- [3] J. Y. Yoo et al, SID01 Digest, p798, 2001
- [4] L. B. Loeb, Rev. Mod. Phys., vol 20, no.1, p151, 1948
- [5] S. H. Lee et al, JID Vol2, No2, p39, 2001
- [6] C. H. Park et al. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES vol 48, NO.10, 2001
- [7] Hamamatsu. APD Module. Hamamatsu. Japan: Hamamatsu Photonics. 2001. pp.2-9.