

AC-PDP의 방전지연 시간과 오방전 특성의 관계

신재화¹, 김근수^{2,a}

¹ 인천대학교 전기공학과

² 영산대학교 전기전자학과

The Relationship Between the Lag Time of the Discharge and the Characteristics of Mis-Discharge in an AC-PDP

Jae-Hwa Shin¹ and Gun-Su Kim^{2,a}

¹ Department of Electrical Engineering, Incheon National University, Incheon 406-722, Korea

² Department of Electrical and Electronics Engineering, Youngsan University, Yongsan 626-790, Korea

(Received September 1, 2014; Revised February 3, 2015; Accepted February 9, 2015)

Abstract: As the temperature of the panel increases in AC-PDPs, the minimum driving voltage increases. Also, as the more the number of discharge increases in cells, the probability of the strong dark discharge in the reset period increases. In this study, we investigated the relationship between the lag time of the discharge and the mechanism of mis-discharges which are the black noise and bright noise. We conclude that the variation of time lag characterizes the properties of exo-electron emission from MgO. Thus, we found that the main factor of the mis-discharges is the rate of change of the electron emission ability from the MgO surface.

Keywords: PDP, Plasma, Misdischarge, Lag time, Discharge

1. 서 론

최근 교류형 PDP (alternating current - plasma display panel)는 미국, 유럽 등의 소비전력 규제 기준 때문에 PDP는 소비전력 감소라는 매우 어려운 문제에 처해져 있다 [1,2]. 그래서 고속 어드레싱, 고효율, 고화질 기술이 절실하게 필요한 실정이다. 하지만 PDP의 고속 어드레싱, 고효율, 고화질 기술들을 실현하기 위해 방전지연 시간을 감소시키는 방법을 적용하였다. 하지만, 이로 인하여 PDP의 온도 의존성이 증가

하여 때문에 구동마진이 감소하고, 경시 변화에 의한 오방전이 발생하여 이들 기술을 적용하는데 상당한 어려움이 따르고 있다 [3,4].

그림 1은 패널을 가속 방전시킨 후 가속 방전된 영역에서 발생하는 Black Noise와 Bright Noise 현상을 보여주는 사진이다. 그림 1(a)는 Black Noise 현상이고, 그림 1(b)는 Bright Noise 현상이다.

지금까지 고효율 기술은 많이 개발되었지만, 오방전 문제에 대한 대책이 없으며, 고효율 기술들을 적용하기 매우 어려운 상황이기 때문에 오방전 문제부터 해결해야한다. 패널의 온도가 상승하면 방전지연 시간이 감소하게 되면서 고온 오방전이 발생하고, 패널의 경시 변화에 의해 방전지연 시간이 증가하게 되면서 오방전이 발생하게 된다. 오방전 현상은 주로 방전지연 시간의 변화에 많이 관련되어 있다. 방전지연 시간은 MgO

a. Corresponding author; kgs13152@hotmail.com

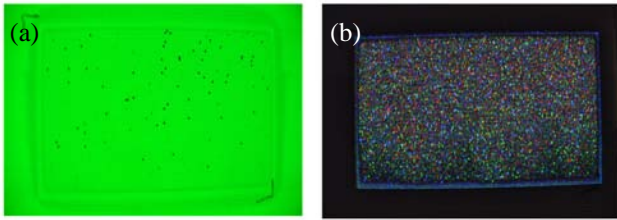


Fig. 1. Photograph of black noise and bright noise.

Layer에서 방출되는 exo-electron emission에 많이 관련이 되어있다 [3-7].

본 연구에서는 온도 변화와 경시 변화에 의해 방전의 특성을 분석하기 위해서 2,000시간 동안 패널을 가속 방전시키고, 패널의 온도를 가변시켜서 이에 따른 방전지연 시간의 변화가 Black Noise 현상과 Bright Noise 현상에 어떤 영향을 주는지 분석하였다. 또한 Bright Noise 현상을 강방전 확률로 정량화시켜서 오방전 현상을 분석하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 3전극 면방전형 AC-PDP의 셀 기본 구조이다. 패널의 상세한 사양은 표 1과 같다.

Table 1. The specification of panel.

Parameter	Value
Panel size	50 inch
Resolution	1,366×768
Working gas	Ne(90%)-Xe(10%)
Gas pressure	400 Torr
Barrier rib height	130 μm
ITO width	290 μm
ITO gap	80 μm
Bus width	80 μm
Dielectric thickness	38 μm
MgO Thickness	8,000 Å

그림 2는 본 실험에서 사용한 실험 장치 구성도이다. 50인치 모듈을 전원공급기와 패턴 발생기(VG-828)로 구동한 후 오실로스코프(TDS3054B)를 사용하여 전압 파형을 측정하였고, IR Detector를 오실로스코프에

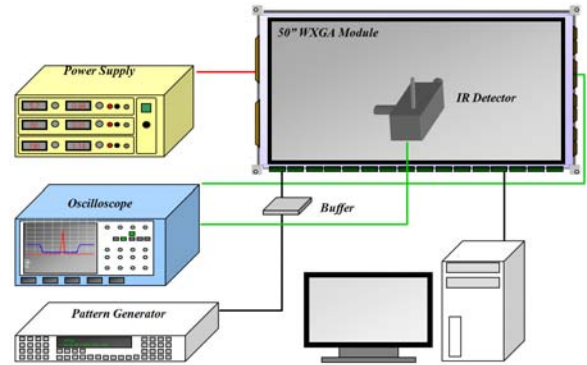


Fig. 2. Schematic diagram of system for test.

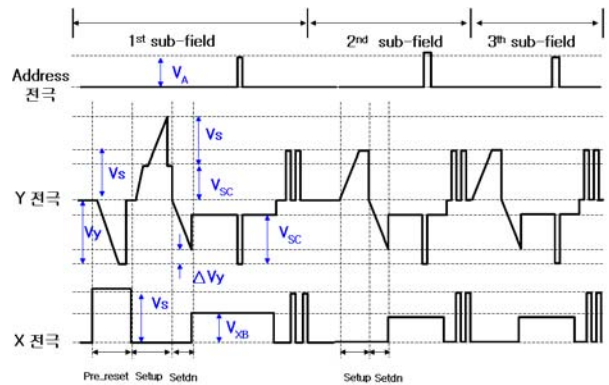


Fig. 3. Schematic diagram of voltage waveform.

연결하여 광 파형을 측정하였다. 모듈의 온도를 0°C에서 60°C까지 가변하기 위하여 모듈을 온도 가변 챔버 안에 넣어서 방전 특성을 측정하였다. 그리고 경시 변화를 측정하기 위해 패널의 4% 면적에 해당되는 사각형 패턴을 사용하여 2,000시간 동안 방전을 시켰다. 방전을 가속시키기 위한 서스테인 펄스는 1 frame당 1,000개씩 인가하였다.

그림 3은 실험에 사용한 X, Y 구동 파형의 개략도를 나타낸 것이다. 본 실험에 사용한 리셋 파형은 셋업(setup) 파형이 인가되기 전에 Y 전극은 -200 V까지 하강하는 셋다운(setdown) 파형과 그와 동시에 X 전극은 V_S 전압까지 상승시키는 프리리셋(pre_reset) 파형을 인가한다. 1st sub-field의 리셋파형은 프리리셋 파형이 인가되고, $V_{SC} + V_S$ 전압을 사용하는 셋업 파형이 인가된다. 2nd sub-field 이상에서는 프리리셋 파형을 사용하지 않고, 셋업 파형은 V_S 전압까지만 상승하는 파형을 사용하였다. 1 frame에는 총 10개의

sub-field를 사용하였고, V_Y 전압은 -200 V , V_{XB} 전압은 100 V , V_{SC} 전압은 130 V 를, V_S 전압은 190 V , V_A 전압은 60 V 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 방전지연 시간과 어드레스 최소 전압 비교

경시 변화에 따른 패널의 어드레스 방전 특성을 분석하기 위해 어드레스 방전지연 시간을 측정하였다. 방전지연 시간은 온도 가변 챔버 안에서 챔버의 온도를 0°C 부터 60°C 까지 가변시켜 1개의 Green Cell만 방전을 시킨 후 측정하였다.

그림 4는 어드레스 방전지연 시간 측정 방법 개략도이다. 스캔 펄스의 상위 90%의 시간에서 어드레스 광의 90%의 시간 차이를 측정하였다. T_D 는 total time lag, T_F 는 formative time lag, T_S 는 statistical time lag로 정의하였다.

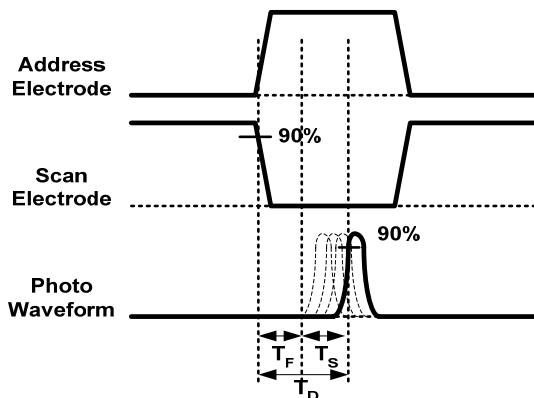


Fig. 4. Schematic diagram of measurement for address jitter.

그림 5는 초기상태와 가속방전 후의 어드레스 방전지연 시간을 패널의 온도에 따라 측정한 그래프이다. 모든 조건에서 어드레스 방전지연 시간(T_D)은 패널의 온도가 증가할수록 감소하고, 가속방전 후의 어드레스 방전지연 시간(T_D)은 초기상태와 비교하여 모든 온도 구간에서 증가하였고, 패널의 온도가 감소할수록 증가폭이 커졌다. 패널의 온도가 60°C 일 때는 방전지연 시간이 약 $0.15\ \mu\text{s}$ 정도 증가하였지만, 0°C 에서는 약 $0.82\ \mu\text{s}$ 정도 증가하였다. T_F 는 온도에 따라 거의 변화가 없지만, 가속방전 후에는 조금 증가하였다. 한편,

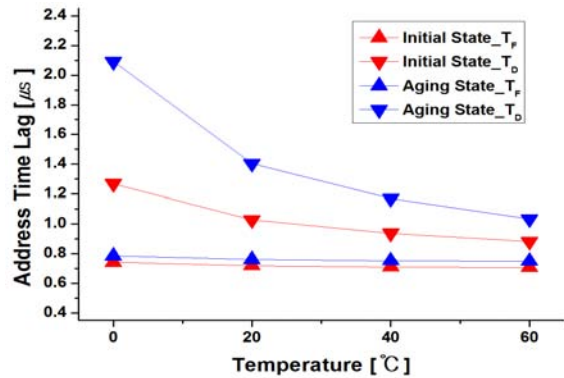


Fig. 5. Comparison of the lag time of the discharge according to aging as a function of the temperature in address period.

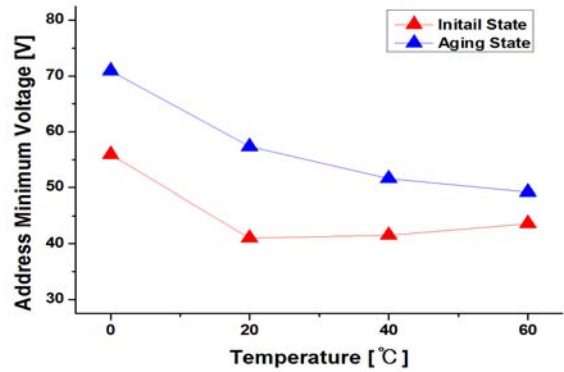


Fig. 6. Comparison of address minimum voltage (V_A) according to aging as a function of the temperature in address period.

T_S 는 온도가 감소할수록 증가를 하였고, 가속방전 후에도 크게 증가하였다. 따라서 T_S 는 가속방전과 온도에 따라 크게 영향을 받는 것을 알 수 있다. 패널의 온도가 감소하고, 패널의 가속방전이 진행될수록 Exo-electron emission의 양이 감소하게 된다. Exo-electron emission은 방전이 발생할 확률이 증가하기 때문에 어드레스 방전지연 시간에 많은 영향을 준다. 방전지연 시간 증가하면 주어진 어드레스 시간 안에 방전이 발생하지 않을 확률이 증가하기 때문에 Black Noise 발생 확률을 증가시킨다.

그림 6은 패널의 온도를 0°C 부터 60°C 까지의 변화 시키면서 초기상태와 가속방전 후의 V_A 최소 전압을 측정한 그래프이다. V_S 전압은 190 V 로 고정시키고, full green 패턴에서 V_A 최소 전압을 측정하였다. 패널을 가속 방전시키기 전에 V_A 최소 전압을 측정하고,

2,000시간 가속 방전시킨 후에 V_A 최소 전압을 측정하여 비교하였다.

패널이 초기상태인 경우에는 패널의 온도가 0°C일 때 V_A 최소 전압이 약 56 V로 가장 높았고, 패널의 온도가 20°C로 상승했을 때는 약 41 V로 감소하였다. 그리고 패널의 온도가 40°C, 60°C일 때는 V_A 최소 전압이 다소 상승하였다. 그림 5의 결과에서 보듯이 온도가 상승함에 따라 방전지연 시간은 감소하게 된다. 방전지연 시간이 감소하면 V_A 최소 전압이 감소하지만, 방전지연 시간이 더욱 감소하면 V_A 최소 전압이 오히려 상승하는 고온 오방전 현상이 발생한다 [3]. 그래서 패널의 온도가 40°C 이상인 경우에 20°C일 때에 비해서 V_A 최소 전압이 상승하였다.

패널을 가속방전 시킨 경우에는 패널의 온도가 0°C일 때 V_A 최소 전압이 약 71 V로 초기 상태일 때 보다 V_A 최소 전압이 약 15 V 상승하였다. 패널의 온도가 증가할수록 V_A 최소 전압이 감소하여 패널의 온도가 60°C 일 때는 약 49 V까지 감소하였다.

3.2 강방전 확률 비교

그림 7은 강방전 측정을 위한 전압 파형과 광 파형을 표시한 그림이다. 그림 7(a)와 같이 측정 파형은 총 2개의 frame으로 구성하였다. 1st frame을 3개의 sub-field로 구성하고 모든 sub-field를 on시켰다. 2nd frame은 10개의 sub-field로 구성하고 모든 sub-field를 off시켰다. 2nd frame의 끝과 1st frame는 시작 부분의 시간 간격은 20 ms로 고정하고, 1st frame과 2nd frame의 간격을 0 ms에서 5 ms까지 증가시키면서 2nd frame의 1st sub-field의 리셋 구간에서 측정하였다. 그림 7(b)는 2nd frame의 1st sub-field의 리셋 구간을 확대한 그림이다. 그림 7(b)에서 리셋 파형의 정상적인 파형의 최댓값이 약 10 mV로 측정되었기 때문에 강방전 발생 확률은 2,000번의 리셋 파형을 인가하여 리셋 구간 중의 광의 크기가 20 mV 이상이 되는 경우를 측정하여 확률로 나타내었다.

그림 8은 각 온도별 interval time에 따른 강방전 확률을 비교한 그래프이다. 가속방전을 실시하지 않은 초기상태에서는 패널 온도가 0°C이고, interval time이 0 μ s일 때 강방전 확률이 0.37% 발생하였고, 5,000 μ s일 때 5.2%까지 증가하였다. 패널의 온도가 20°C 이상인 경우에는 모든 interval time에서 강방전 확률이 0%였다. 하지만 가속방전을 실시 후에는 모든 온도에서 강방전이 발생하였고, 패널 온도가 0°C이고,

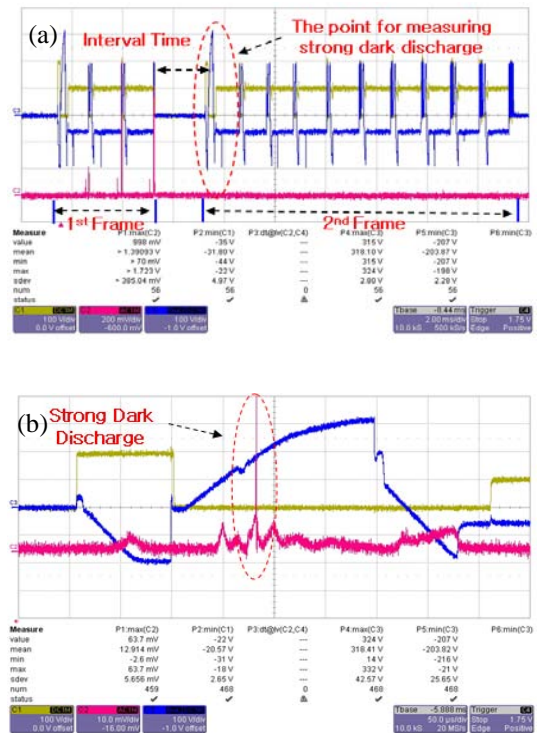


Fig. 7. Voltage waveform and photo waveform for measuring strong dark discharge probability.

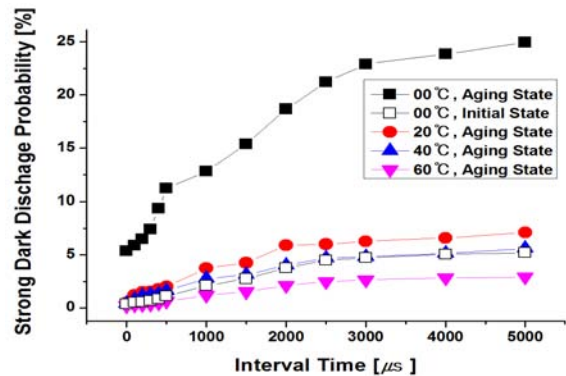


Fig. 8. Voltage waveform and photo waveform for measuring strong dark discharge probability.

interval time이 0 μ s일 때는 강방전 확률이 5.36% 발생하였고, interval time이 증가할수록 강방전 확률이 증가하다가 5,000 μ s일 때 24.96%까지 증가하였다. 이 결과는 패널의 온도가 증가함에 따라 증가하고, interval time이 증가할수록 감소하는 exo-electron emission 현상이 때문이다.

Exo-electron emission의 양이 많으면 방전이 발생할 확률이 증가하기 때문에 리셋 구간에서 방전의 안정성이 증가하여 약방전이 잘 발생한다 [5]. 하지만 exo-electron emission의 양이 감소하면 방전이 발생할 확률이 감소하기 때문에 리셋 구간에서 방전의 안정성이 감소하여 불연속적으로 리셋 방전이 발생할 확률이 증가한다. 불연속적인 리셋 방전은 상대적으로 높은 전압에서 방전이 발생하여 강방전 확률이 증가하게 된다. 방전의 강도가 증가하면 곧 강방전 확률 증가로 나타나기 때문에 방전지연 시간에 직접적으로 영향을 주는 exo-electron emission은 Bright Noise에 많은 영향을 준다.

4. 결론

본 연구에서는 패널을 가속방전을 하여 가속방전 전과 후의 방전 특성을 온도에 따른 분석하고, 그에 따라 발생하는 Black Noise와 Bright Noise의 현상을 분석하였다. 실험 결과에 따르면, 패널의 온도가 감소하거나 가속방전을 시키면 방전지연 시간이 증가한다. 유전체 보호막인 MgO Layer에서 방출되는 exo-electron emission은 패널의 방전지연 시간에 가장 큰 영향을 준다. 방전지연 시간이 증가할수록 exo-electron emission이 감소하여 V_A 최소 전압이 증가하여 Black Noise가 발생하며, 리셋 구간에서 강방전이 발생할 확률이 증가하여 Bright Noise 현상이 증가하게 된다. 특히, 가속방전 시킨 패널은 모든 온도 구간에서 방전지연 시간이 크게 증가하면서 V_A 최소 전압과 강방전 확률이 크게 증가하였다. 하지만, 실험 결과에서 패널이 가속방전되어 방전지연 시간과 오방전 확률들이 증가하더라도 패널의 온도가 상승하면 그 특성들은 초기상태보다 좋아진다는 것을 보여주고, 오방전 특성들은 방전지연 시간과 밀접하게 관련되어 있다는 것을 보여준다.

고효율, 고휘도, 고속 구동을 위한 패널을 설계하려고 할 때, 방전지연 시간을 감소시키는 방법이 가장 일반적이다. 하지만, 줄어든 방전지연 시간이 온도의 변화와 경시 변화에 따라 변화가 커진다면, 오방전이 발생하여 패널의 신뢰성이 감소하게 된다. 그래서 위 기술들을 적용하기 위해서는 온도 변화와 경시 변화에 따른 방전지연 시간의 변화에 가장 큰 영향을 주는 exo-electron emission의 변화를 줄여주는 대책이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 인천대학교 2013년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

- [1] J. H. Shin, M. G. Choi, and G. S. Kim, *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, **62**, 83 (2013).
- [2] J. H. Shin and G. S. Kim, *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, **60**, 577 (2011).
- [3] G. S. Kim and S. H. Lee, *IEEE Transactions of Plasma Science*, **38**, 3136 (2010).
- [4] G. S. Kim and S. H. Lee, *IEEE Transactions of Plasma Science*, **39**, 1470 (2011).
- [5] L. Oster and J. Haddad, *Materials Science*, **9**, 297 (2003).
- [6] Y. Motoyama, Y. Hirano, K. Ishii, Y. Murakami, and F. Sato, *J. Appl. Phys.*, **95**, 8419 (2004).
- [7] J. Dresner, *J. Appl. Phys.*, **48**, 4760 (1977).
- [8] V. P. Nagorny, V. N. Khudik, and A. Shvydky, *IEEE Transactions of Plasma Science*, **34**, 343 (2006).