

AC PDP의 고온 오방전 개선에 관한 연구

A Study on the Improvement of the High Temperature Misfiring in AC PDP

최준영^{1,a}, 함명수¹, 박정후¹
(Joon-Young Choi^{1,a}, Myung-Soo Ham¹, and Chung-Hoo Park¹)

Abstract

Misfiring is usually observed at high ambient temperature in plasma display panel (PDP). This leads to bad image quality and limits the productivity of PDP industry. In this paper, experimental observations and improvement on the misfiring at high ambient temperature have been studied. In order to reduce the high ambient temperature misfiring different slope of ramp erase pulse corresponding to the temperature are applied. The experimental results show that the suggested method is quite effective for reducing the high temperature misfiring phenomena.

Key Words : Plasma display panel, Ac PDP, High temperature misfiring, Ramp erase pulse, Address time

1. 서론

최근 개발된 우수한 화질과 동작특성을 가진 벽걸이형 AC PDP TV는 두께가 10cm 이하로 얇을 뿐만 아니라 성능면에서도 CRT TV에 뒤지지 않는 특성을 가지고 있다. 그러나 PDP가 LCD, OLED, 그리고 Projection TV와 같은 FPD (Flat Panel Display)들과 차별화된 우수성을 지속하기 위해 해결해야 될 문제점 중의 하나는 화질의 향상을 들 수 있다[1].

화질 향상의 측면에서 최근 제기된 중요한 문제로는 고온 하에서 방전 셀의 오방전이 발생되어 셀이 꺼지거나, 깜박거림 및 화소 색상의 변화를 초래하게 되어 PDP 화질이 급격히 저하한다는 점이다. 그러나 최근까지 이 문제에 대한 연구보고서나 대책은 거의 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 ADS 구동에 의한 PDP에서 고온 오방전 현상을 실험적으로 관찰하고 그

원인을 고찰하였으며, 고온에서 오방전의 가능성을 줄이기 위한 한 방안으로 패널의 주변온도에 따라 Sustain 전극에 인가되는 경사형 소거펄스의 기울기를 자동으로 변화시키는 새로운 구동법을 제안하였다.

2. 실험 방법

2.1 시료 및 측정 방법

본 연구에서는 XGA급 해상도를 가진 7 인치 테스트용 패널을 사용하였으며, 패널의 사양은 표 1에 나타내었다. 그림 1은 ac PDP 방전 셀의 기본 구조를 나타내고 있으며, 한 개의 방전 셀 크기는 0.27 mm (가로) × 1 mm (세로) × 0.15 mm (높이)이다.

각 방전 셀의 방전 전류파형은 신호가 미약하여 직접 측정이 거의 불가능 하지만 셀에서 발생하는 방전 광파형과 지속시간 및 파형모양이 거의 일치하고 있기 때문에[2,3] Avalanche Photo Diode (C5460, Hamamatsu Co.)에 의해 방전 광파형을 측정하여 방전전류 파형을 예측하였다. Address 방전 지연시간과 지속시간의 합으로 정의되는 address 시간은 digital oscilloscope (LT354, Lecroy Co.)에 의해 측정되었으며, 방전 셀의

1. 부산대학교 전기공학과
(부산시 금정구 장전2동 산30)
a. Corresponding Author : plasma@pusan.ac.kr
접수일자 : 2004. 7. 2
1차 심사 : 2004. 7. 26
심사완료 : 2004. 9. 16

spectrum은 spectroradiometer (CS-1000, Minolta Co.)로 계측하였다. 패널의 주변 온도를 조절하기 위해서 상온에서 100 °C까지 온도 제어가 가능한 항온조를 직접 제작하여 사용하였으며, 구동회로의 온도 영향을 배제하기 위해서 패널의 구동회로는 항온조 외부에 설치하였다.

표 1. 7인치 ac PDP의 사양.

Table 1. Specifications of a 7-inch ac PDP.

Front panel		Rear panel	
ITO width	270 μm	Address electrode width	100 μm
ITO gap	65 μm	White back thickness	15 μm
Bus width	85 μm	Rib height	130 μm
Dielectric thickness	40 μm	Rib pitch	270 μm
MgO thickness	5000 Å	Rib width	75 μm
Ne+He(9.6%)+Xe (4%)	520 torr	Phosphor thickness	20 μm

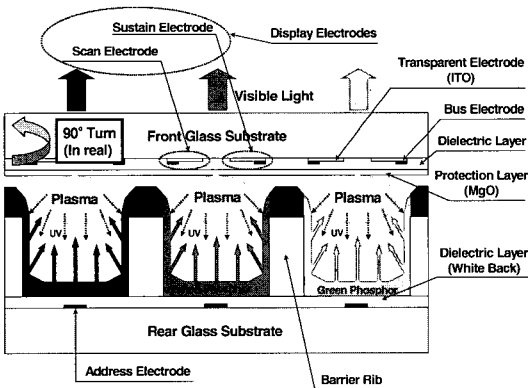


그림 1. Ac PDP 방전 셀의 기본구조.

Fig. 1. The fundamental structure of discharge cells in ac PDP.

2.2 구동 방법

AC PDP의 구동 방법으로는 ADS(address-display separated)법[4]이 일반적으로 채택되고 있다. ADS 방법에서 1개의 화상을 표현하는 1 field는 8개의 sub-field로 구성되어 있으며, 1 sub-field는 그림 2와 같이 reset, address, 및 sustain 구간으로 구성되어 있다[5]. 각 sub-field는 각각 다른 계조를 표현하기 위해 sustain 펄스 개수가 다르게 이루어져 있다.

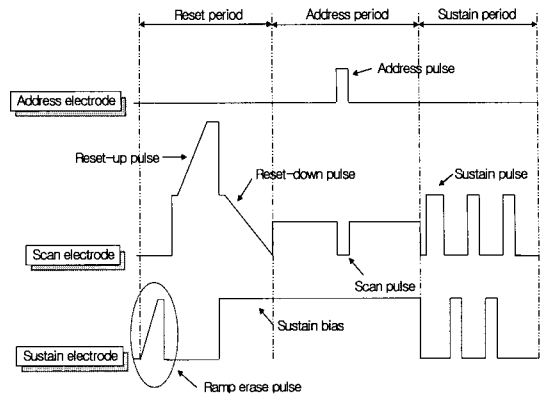


그림 2. ADS 구동과정의 개략도.

Fig. 2. Schematic diagram of ADS driving scheme.

Reset 구간에서는 scan 전극에 인가되는 reset-up 펄스에 의해 모든 방전 셀들의 유전층 상에 벽전하가 이전 sub-field의 벽전하 조건과 상관없이 일정하게 축적된 후, reset-down 펄스에 의해 address 구간에 새로운 addressing이 가능한 균일한 조건이 형성된다.

Address 구간의 역할은 scan 전극과 address 전극 양단에 address 펄스를 인가하여 선택한 방전셀의 유전층 상에 새로운 벽전하를 축적하는 것이다. Sustain 구간은 새롭게 축적된 벽전하의 방전셀을 방전시켜 패널에 영상을 띄우는 역할을 한다.

8개의 sub-field로 구성된 1field의 시간은 16.3 ms이며, 각 sub-field의 reset 구간에서 reset-up과 down의 시간은 각각 100 μs , 그리고 150 μs 이다. Scan 구동 IC에 의해 발생하는 scan 펄스의 폭은 실제 42인치 ac PDP의 것과 동일한 3 μs 으로 하였으며, 8개 sub-field의 각 address 구간은 약 1 ms로 하였다. 그리고 패널의 정특성을 측정하기 위해서 구형 펄스를 인가하였다.

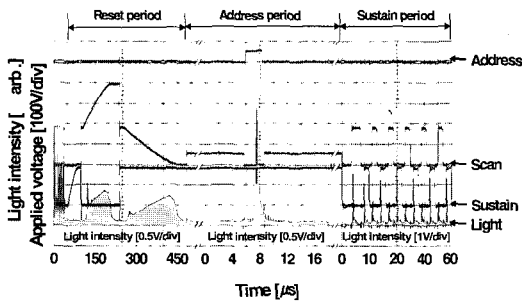
3. 연구 결과 및 고찰

3.1 ADS 구동에서 고온 오방전 계속

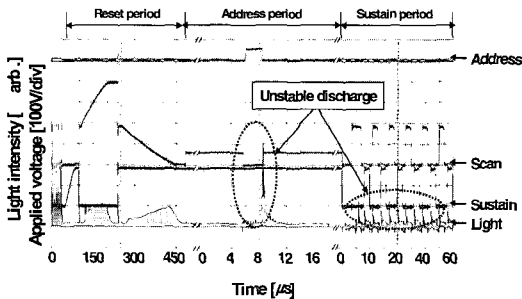
AC PDP 구동의 sustain 구간에서 발생하는 오방전은 패널의 화질에 직접적인 영향을 미치며, 특히 고온에서 빈번하게 발생한다. 그림 3(a)는 상온에서 1개 방전 셀에 대한 1 sub-field의 정상적인

방전 광파형을 나타내고 있다. 패널의 주변온도가 80 ℃까지 상승하면, 그림 3(b)와 같이 reset 구간의 방전 세기가 약해지며 address와 sustain 방전 광파형이 불안정 하게 된다. 즉, 고온에서 방전셀의 깜빡임 현상이 발생하게 된다. 이와 같이 구동 측면에서, 고온 오방전의 주원인은 sustain과 reset 구간의 방전과 직접적인 관계가 있는 addressing 실패에 의한 것으로 생각 할 수 있다[6].

고온에서 오방전을 감소시키기 위해서, 경사필스의 전압과 기울기, address 펄스의 전압, sustain bias 전압, sustain 펄스의 전압 등을 조절하면 가능하지만, 패널의 주변온도는 장소, 위치에 따라 변화하기 때문에 실제로 이러한 방법을 적용하기는 어렵다. 따라서 간단하면서도 자동으로 주위 온도에 따라 오방전 제어가 가능한 새로운 방법이 필요하다.



(a) Normal discharge light waveform at a room temperature



(b) Discharge light waveform of misfiring at a high temperature

그림 3. 상온과 고온에서 1 sub-field의 방전 광파형.
Fig. 3. Discharge light waveforms of one sub-field at different temperatures.

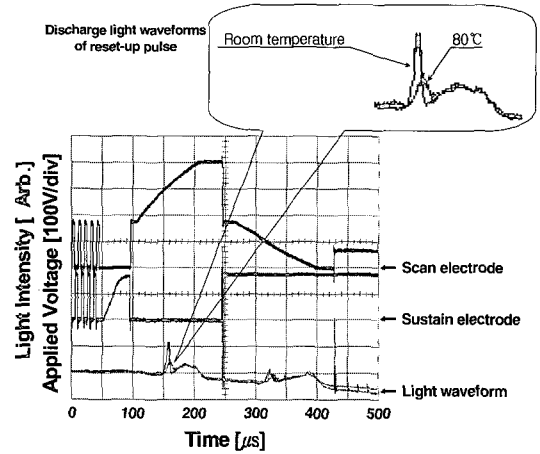


그림 4. 상온과 80 ℃에서 방전 셀의 광파형.
Fig. 4. Light waveforms of discharge cells at room temperature and 80 ℃.

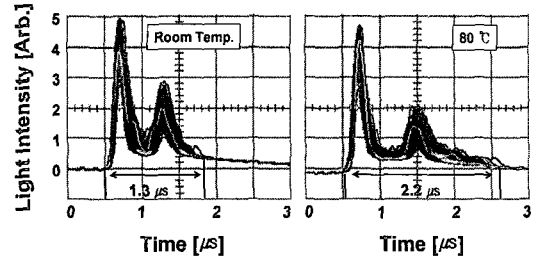


그림 5. (a) 상온과 (b) 80 ℃에서 방전 셀의 address 분산.
Fig. 5. Address dispersions of discharge cells (a) at a room temperature and (b) at 80 ℃.

그림 4는 상온과 80 ℃에서 reset 구간의 방전 광파형을 나타내고 있다. 여기서 온도가 상승하면 거의 비례하여 결과가 나타남으로 상온과 80 ℃ 결과만을 비교 고찰하였다. 그림에서와 같이 80 ℃에서의 방전 광파형 강도가 상온에 비해 더 약해지며 방전개시시간도 지연됨을 알 수 있다. 이러한 reset 방전특성은 다음의 address 구간의 방전특성에 영향을 미치게 된다. 그림 5는 address 방전을 500번 동안 누적시킨 address 방전의 분산을 나타내고 있다. 상온에서 1.3 μs인 address 분산의 폭은 패널의 주변온도가 80 ℃가 되면 2.2 μs까지 증가하였다.

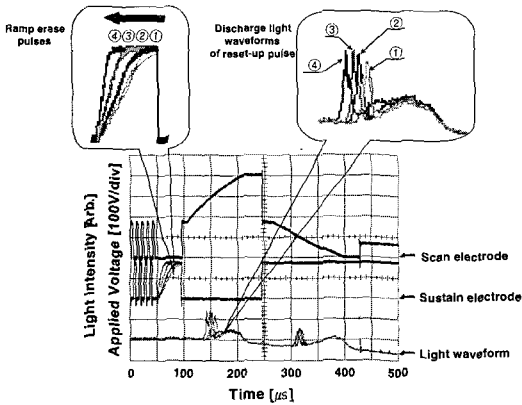


그림 6. 상온에서 경사형 소거펄스의 기울기 변화에 따른 reset-up 펄스의 방전 광파형.
 Fig. 6. Discharge light waveforms of reset-up pulse for various slope rates of the ramp erase pulse at room temperature.

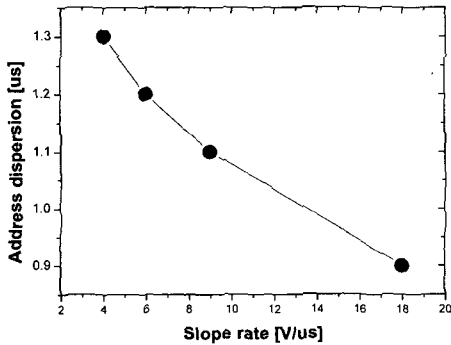


그림 7. 경사형 소거펄스의 기울기와 address 분산 폭의 상관관계.
 Fig. 7. Relationships between the slope rate of the ramp erase pulse and the width of address discharge current waveform dispersion.

그림 6은 경사형 소거펄스의 기울기가 좌측 그림과 같이 ①에서 ④로 변화 할 경우 reset-up 펄스의 방전 광파형 변화를 오른쪽 그림에 나타내었다. 경사형 소거펄스의 기울기가 증가되면 더 강한 소거방전이 발생하여 scan 전극 상에 상대적으로 더 많은 (+) 벽전하가 축적된다. 그 결과 reset-up 펄스에서의 방전 지연시간은 감소하게 되며 reset-up 방전에 의해 축적되는 address 전극 상의 벽전하는 더욱 많이 쌓이게 되어 addressing이 빠르시

간 내에 잘되게 된다. 그림 7은 경사형 소거펄스의 기울기와 address 분산 폭과의 상관관계를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 경사형 소거펄스의 기울기가 증가하면 address 분산 폭은 감소하였다.

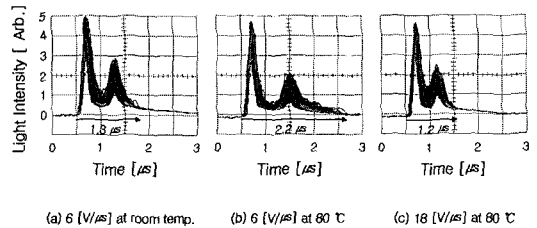


그림 8. 주변 온도와 경사형 소거펄스의 기울기 변화에 따른 address 광파형.
 Fig. 8. Address light waveforms of discharge cells for different temperatures and slope rates of ramp erase pulse.

그림 8은 상온과 80 °C에서 경사형 소거펄스의 기울기 변화에 따른 방전 셀의 address 방전 누적 광파형을 나타내고 있다. 상온에서 6 V/μs 기울기의 경사형 소거펄스를

인가한 경우 1.3 μs였던 address 분산 폭은 주변 온도가 80 °C에서 2.2 μs까지 증가하며, 80°C에서 경사형 소거 펄스의 기울기를 18 V/μs까지 증가시키면 address 분산 폭이 1.2 μs으로 회복 되는 것을 알 수 있다. 만일 상온에서 경사형 소거펄스의 기울기가 증가하게 되면 상온에서는 강한 소거 방전이 발생하여 패널의 소거 균일성과 동작 마진이 나빠진다.

그러나 고온에서는 패널의 방전개시 전압이 상승하기 때문에 경사형 소거펄스의 기울기를 증가시켜 어느 정도 강방전을 시키면 상온에서와 같은 오방전 없는 안정된 방전을 유도 할 수 있다. 만일 고온에서 경사형 소거펄스의 기울기가 상온과 동일하면, 약한 소거방전이 발생하여 패널 전체의 벽전하를 소거시키기에는 부족하게 된다. 이것은 실제 PDP 제품에서도 경사형 소거펄스를 약 6 V/μs으로 Setting하여 사용하는 것에서도 잘 알 수 있다.

그림 9는 그림 8의 3가지 경우에 대한 spectrum 세기의 변화를 나타내고 있다. 상온에서 6 V/μs의 경사형 소거펄스를 인가한 경우 그림 9(a)인 spectrum 세기는 패널의 주변온도가 80°C가 되면 그림 9(b)와 같이 감소하고 그 후, 경사형 소거 펄

스의 기울기를 18 V/ μ s로 증가시키면 그림 9(c)와 같이 회복되는 것을 알 수 있다.

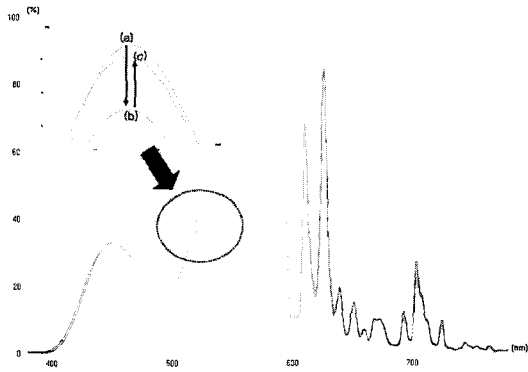
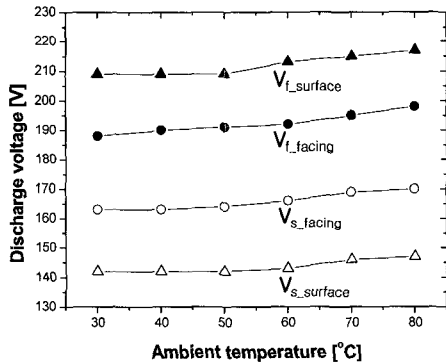


그림 9. 그림 8 경우에 대한 spectrum 세기 변화.
Fig. 9. Variation of spectrum intensities for the case of Fig. 8.



$V_{t_surface}$: Firing voltage of surface discharge
 V_{t_facing} : Firing voltage of facing discharge
 V_{s_facing} : Sustain voltage of facing discharge
 $V_{s_surface}$: Sustain voltage of surface discharge

그림 10. 100 kHz 교류펄스 인가 시 주변온도 변화에 따른 면 방전 및 대향 방전의 전압 특성.

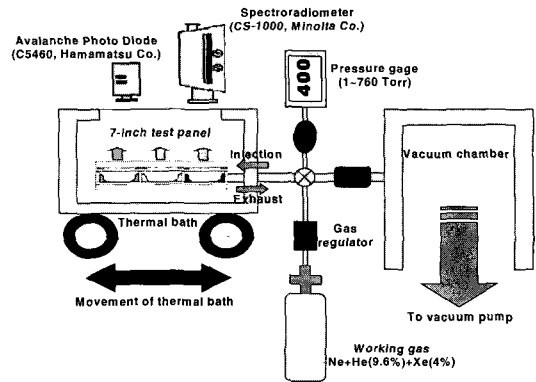
Fig. 10. Surface and facing discharge voltage characteristics as a parameter of ambient temperature at 100 kHz ac pulse voltage.

3.2 고온 오방전의 원인 고찰

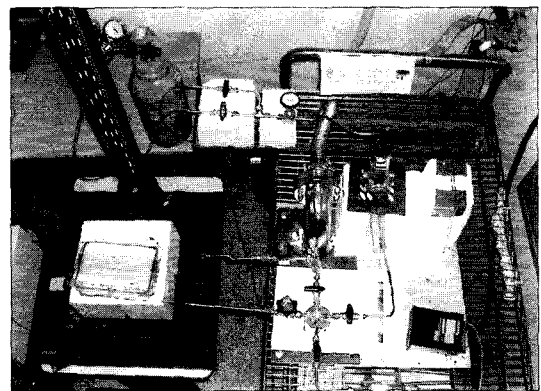
고온 오방전 원인으로는 고온 하에서 panel의 동작 gas 압력 증가, MgO 재료의 물성 및 방전특성 변화, 유전체의 특성 변화, ITO 전극의 저항변

화 등을 고려 할 수 있다. 본 연구에서는 먼저 고온 하에서 gas 압력변화와 방전개시전압의 상관관계를 고찰 하였다.

그림 10은 구동펄스전압 주파수 100 kHz에서 주변온도 변화에 따른 패널의 면방전과 대향방전의 방전특성을 나타내고 있다. 이 그림에서 V_t 는 각 경우의 방전개시전압을 나타내고 있으며, V_s 는 방전유지전압을 나타내고 있다. 그림 에서와 같이 패널의 방전 전압은 50 °C까지는 거의 일정한 것을 알 수 있으며, 주변온도가 그 이상 상승하면 면방전과 대향방전 전압이 모두 상승하는 것을 알 수 있다. 고온에서 방전개시 전압의 상승은 실제 구동에서 고온 오방전을 발생하는 원인이 될 수 있다.



(a) Schematic diagram of experimental set-up



(b) Photograph of experimental set-up

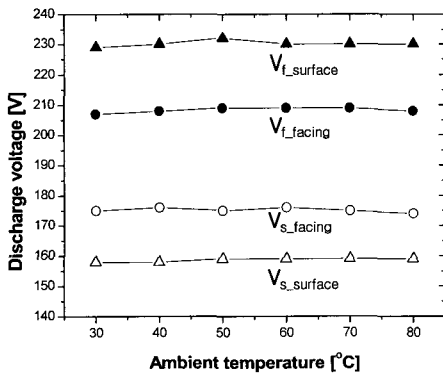
그림 11. 동작가스 압력과 주변온도를 제어하기 위한 실험장치.

Fig. 11. Experimental set-up to control ambient temperature and working gas pressure of the test panel.

고온에서 방전전압의 상승 원인을 확인하기 위해서 동작가스의 압력과 온도의 영향을 분리시킬 필요가 있다. 왜냐하면 온도가 상승하면 압력도 상승하기 때문에 두 변수를 분리하기 어렵기 때문이다. 본 연구에서는 그림 11과 같이 주변온도가 상승하더라도 패널의 동작가스 압력은 400 torr로 일정하게 유지 할 수 있도록 실험장치를 구성하여 계속하였다.

그림 12는 패널의 주변온도와 상관없이 동작가스를 400 torr로 일정하게 유지시킨 경우 주변온도와 방전전압의 상관관계를 나타내고 있다. 그 결과 패널의 주변 온도가 상승 하더라도 방전 전압은 거의 일정한 것을 알 수 있다. 따라서 고온에서 방전전압의 상승의 주된 원인은 MgO 특성 변화 또는 다른 요소의 변화 보다는 고온 하에서 패널 내부의 압력 변화에 의한 것임을 알 수 있다.

그러므로 고온에서의 오방전 발생 원인은 방전셀 내의 gas 압력이 증가하여 방전개시전압이 상승하고, 그 결과 방전이 불가능하거나 불안정한 셀이 발생하기 때문으로 볼 수 있다.



$V_{t_surface}$, V_{f_facing} , V_{s_facing} , and $V_{s_surface}$ are the same as Fig. 10.

그림 12. 일정한 400 torr의 동작가스에서 100 kHz 교류펄스 전압 인가 시 주변온도 변화에 따른 면방전과 대향방전의 방전 전압 특성.

Fig. 12. Surface and facing discharge voltage characteristics as a parameter of ambient temperature at 100 kHz ac pulse voltage under constant working gas pressure of 400 torr condition.

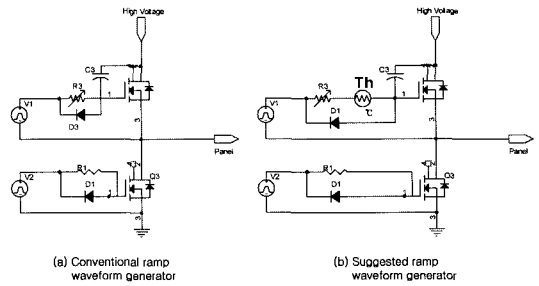


그림 13. 파형 발생기의 개략도.

Fig. 13. Schematic diagram of waveform generator.

3.3 고온 오방전 개선 방안

그림 13(a)는 종래의 경사형 소거펄스 발생용의 전압제어방식(VCR : voltage controlled ramp) 회로도의 개략도를 나타내고 있다[7]. 이 경우 N-channel FET의 gate에 연결된 저항과 FET의 drain과 gate 사이에 연결된 콘덴서의 RC 시정수에 의해 일정한 경사 파형이 발생된다. 그림 13(b)는 제안된 파형 발생기 회로도의 개략도를 나타내고 있다. 제안된 파형 발생기에서는 저항과 FET의 gate 사이에 thermistor를 연결하여 온도 변화에 따라 경사 파형의 기울기가 자동적으로 변화되게 하였다.

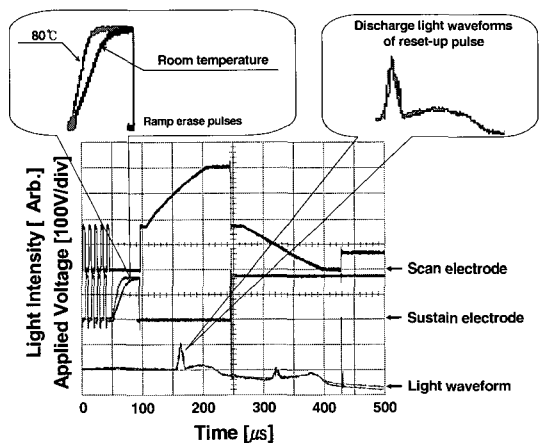


그림 14. 상온과 80 °C에서 제안된 방법을 사용한 경우 reset-up 펄스의 방전 광파형.

Fig. 14. Discharge waveforms of reset-up pulse using suggested method for both room temperature and 80 °C in the reset period.

4. 결론

본 연구에서는 AC PDP의 고온오방전 원인분석 및 개선방법에 대해 고찰하였다.

PDP 고온오방전의 주된 원인은 고온에서 panel 내의 동작가스 압력이 상승함으로써 방전개시전압이 높아지게 되고 그 결과 방전 불가능 셀이나 방전 불안정 셀이 발생하기 때문임을 알 수 있었다. 더욱이, 본 연구에서는 경사형 소거펄스의 경사를 자동제어 함으로서 고온오방전을 자동제어 할 수 있는 새로운 방법을 제안하였다.

본 연구에서의 방법을 7인치 모델 PDP에 실제 적용한 경우 고온에서의 방전불안정을 해소하였고, 고온에서도 상온과 거의 동일한 색도를 유지 할 수 있음을 실증하였다.

참고 문헌

- [1] J P Boeuf, "Plasma display panels: physics, recent developments and key issues", J. Phys. D: Appl. Phys, 36, p. R53, 2003.
- [2] C. H. Park, S. H. Lee, D. H. Kim, W. G. Lee, and J. E. Heo, "Improvement of addressing time and Its dispersion in ac plasma display panel", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 48, No. 10, p. 2260, 2001.
- [3] C. H. Park, S. H. Lee, D. H. Kim, Y. K. Kim, and J. H. Shin, "A study on the new type sustaining electrode showing high luminous efficiency in ac pdps" IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 48, No. 10, p. 2255, 2001.
- [4] K. Sakita, K. Takayama, K. Awamoto, and Y. Hashimoto, "Analysis of a weak discharge of ramp-wave driving to control wall voltage and luminance in ac-pdps", in Proc. Soc. for Information Display 2000, p. 110, 2000.
- [5] Larry F. Weber, "Plasma display device challenges", Proc. Asia display '98, p. 15, 1998.
- [6] J. Y. Choi, D. H. Kim, J. E. Heo, S. N. Ryu, J. H. Ryu, H. J. Lee, and C. H. Park, "Effect of ramp-type erase pulse waveform on the high temperature driving characteristics of ac pdp", Proceedings of The 2nd IMID, p. 57, 2002.
- [7] C. H. Park, S. H. Lee, D. H. Kim, J. H. Ryu, and H. J. Lee, "A modified ramp waveform to reduce reset period in ac plasma display panel", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 49, No. 5, p. 782, 2002.

그림 14는 제안된 방법을 사용한 경우 상온과 80℃에서 reset 구간의 방전 광파형을 나타내고 있다. 패널의 주변온도가 상승하더라도 경사형 소거펄스의 기울기가 변화하면서 방전 광파형의 개시점과 광량이 거의 동일한 것을 알 수 있다. 그림 15는 그림 14의 두 경우에 대한 address 방전전류 분산을 나타내고 있다. Address 분산 폭 역시 온도가 변화하더라도 동일한 것을 알 수 있다. 제안된 방법에 의한 address 분산 폭은 80℃에서 기존 방법에 의한 것보다 약 45% 감소되었으며, 따라서 address time은 기존보다 80℃에서 약 45% 개선됨을 알 수 있다.

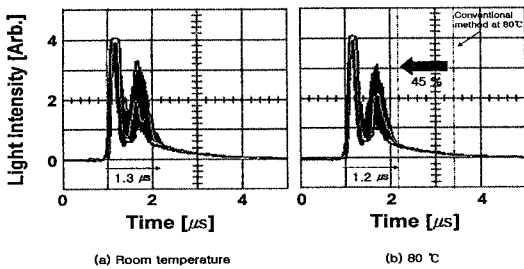


그림 15. 그림 14인 경우 방전 셀의 address 분산.
Fig. 15. Address dispersions of discharge cells for Fig. 14 case when the suggested method is applied.

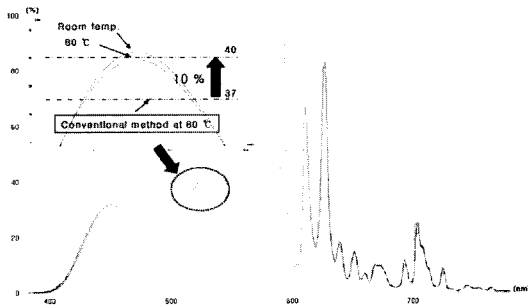


그림 16. 제안된 방법인 경우 온도 변화에 따른 방전 셀의 spectrum 세기.
Fig. 16. Spectrum intensities of discharging cells using the suggested method for temperature variation.

그림 16은 제안된 방법을 사용한 경우 온도 변화에 따른 방전 셀의 color spectrum 세기를 나타내고 있다. Spectrum 세기는 온도의 증가와 상관없이 거의 일정하여 고온오방전이 개선되고 있음을 알 수 있었다.