

AC PDP의 Image Sticking 현상에 관한 연구

임성현, 심경렬, 김동현, 이호준, 박정후, 김규섭  
 부산대학교 전기공학과, 동명대학

A Study on the Image Sticking Phenomenon in AC PDP

Sung-Hyun Lim, Kyoung-Ryul Shim, Dong-Hyun Kim, Ho-joon Lee, Chung-Hoo Park, Gyu-Seob Kim  
 Department of Electric Engineering, Dong Myoung college

**Abstract** - Image sticking, the phenomenon that the previously displayed pattern still remains after the image is changed into different image, is one of the most serious problem in realizing high picture quality. In this paper, we tried characterizing this undesirable feature in terms of the luminance and the initial firing voltage at ramp up time in reset period. It was found that the cell located at the boundary of previous image pattern show low firing voltage and high background luminance. And the results show that the degree of the image sticking is severely affected by discharge duration and the length of the sustain period.

1. 서 론

최근 대중 매체의 발달과 더불어 대화면 평판 디스플레이 소자에 대한 요구가 증대되고 있는 동시에 디지털 TV 방송시대의 등장으로 디지털 방송에 적합한 40인치 이상의 대형 디스플레이 소자가 요구되고 있다. 이에 PDP(Plasma Display Panel)는 기존의 CRT(Cathode ray tube)나 LCD (Liquid Crystal Display)에 비해 대형화가 용이하다는 장점으로 인해서 차세대 디스플레이 소자로 각광받고 있다. 이런 가운데 AC PDP에서의 기술적 당면 과제로는 여러 가지를 들 수 있겠으나 구매자의 입장에서는 우선 고품질이 가장 큰 문제일 것이다. 화질면에서 CRT 에서도 어느 정도 동일한 문제점을 안고 있다고 할 수 있으나 PDP에서 특히 문제가 되는 것이 image sticking이다. 이것은 밝은 화면이 없어진 후에도 연속해서 약한 화상이 남거나 (Image retention) 검은 목표물을 둘러싼 검정색 주변의 흰색 휘도가 감소 (Image shadowing)하는 현상, 또는 화상 주위로 배경광하에서 밝은 부분이 남는 현상 등이 있다. 이는 차후 컴퓨터 화면으로 사용될 때 더욱 문제가 제기 될 것으로 생각된다.

이 논문에서는 경사형 reset파형을 채택하는 ADS구동을 하는 panel에서 sustain period 변화 및 방전지속시간에 따른 밝은 화상 주위로 배경광하에서 밝은 부분이 남는 image sticking의 양상을 알아보았다.

2. 본 론

2.1 AC PDP의 구동원리 및 실험 Panel

AC PDP의 기본구조는 그림1과 같이 두 장의 유리 기판으로 구성되어 있으며, 상판과 하판으로 나누어진다. 상판에 sustain전극과 scan 전극을 형성하고, 그 위에 유전층을 형성한 뒤, MgO 보호층을 형성한다.[1-2] MgO는 또한 낮은 구동 전압과 장수명을 위해 필요하다. 하판은 상판의 전극과 수직으로 어드레스 전극을 설치하고 그 위에 white back을 도포 한다. 이후 방전 셀 사이의 오방전 (cross-talk)을 방지하기 위하여 130μm 정도의

격벽을 설치하고 그 사이에 R,G,B의 형광

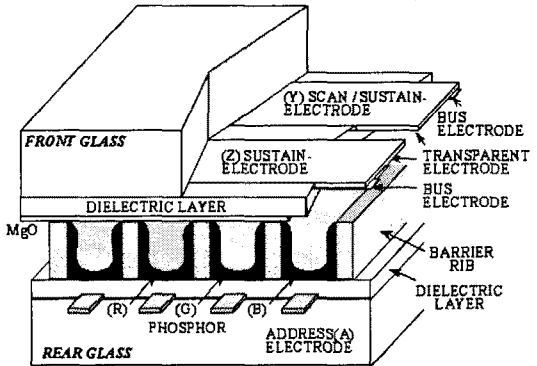


그림 1 3전극 AC PDP의 개략도

ITO width	270 μm
ITO gap	65 μm
Dielectric thickness	40 μm
MgO thickness	8000Å
Barriere rib height	120 μm
Phosphor thickness	25 μm
Mixture gases	Ne-He(9:1) / Xe 5%
Pressure	450 Torr

Table 1. The specification of the test panel

를 채운다. 이 두 기판은 저 융점 유리를 이용하여 서로 봉착한다. 기판의 한쪽에 5mm 정도의 구멍을 뚫어서, 그 위에 배기용 유리관을 부착하고, 이 유리관을 통해서 기판을 가열하면서 충분히 진공 배기한 후, He-Xe, Ne-Xe 등의 혼합가스를 봉입한다. PDP는 혼합 가스 중 Xe에서 여기되는 147nm와 173nm의 VUV(Vacuum Ultra violet)가 형광체를 여기 시킴으로써 발생하는 가시광을 이용하는 구조로 되어 있다. [3] 표1은 test panel의 사양을 나타낸 것으로 XGA급 7inch panel을 사용하였다.

2.2 실험 파형

그림2는 본 실험에서 사용된 구동파형을 나타내고 있다. 이 파형은 경사형 reset을 채택하여 배경광을 크게 줄이면서 모든 셀의 안정된 reset 가능하여 최근 많이 채택이 되는 파형이다. 이 파형은 address구간과 sustain구간이 분리되어 있는 ADS (Address and Display period Separated) [4] 방식으로 각 period와 전극에 인가되는 파형의 역할을 이해하는 것이 필요하다.[4] 리셋기간의 펄스 상승기간에는 scan 전극에는 sustain 전극에 대해 방전개시전압 이하인 sustain 전압

로부터 방전개시전압이 넘는 setup 전압 Vr를 향하여 완만하게 상승하는 램프전압을 인가한다. 이 램프전압이 상승하는 동안에 모든 방전 셀에 있어서 scan 전극으로부터 address전극 및 sustain전극으로 각각 미약한 reset 방전이 일어난다. 이에 의해, scan 전극상의 보호막의 표면에 음의 벽전압이 축적된다. 동시에 address 전극 상의 절연체층 표면 및 sustain 전극 상의 보호막 표면에는 양의 전압이 축적된다.

이어서 reset기간의 후반의 reset동작에 있어서는 모든 sustain 전극을 정전압 Vzbc으로 유지한다. 모든 scan 전극에는 sustain 전극에 대해 방전개시전압 이하인 전압으로부터 방전개시전압을 넘는 0V를 향해 완만하게 하강하는 동안 다시 모든 방전셀에 있어서 sustain 전극으로부터 scan 전극 상의 보호막 표면에 음의 벽전압 및 sustain 전극 상의 보호막 표면의 양의

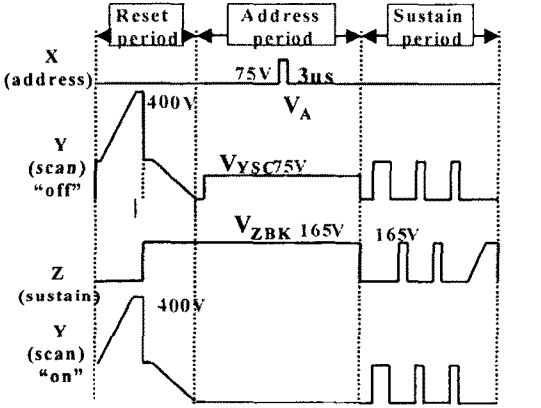


그림2. ADS 방식의 AC PDP 구동파형

벽전압이 약해진다. 또한, address전극과 scan 전극과의 사이에도 미약한 방전이 일어나고, address전극상의 절연체층 표면의 양의 벽전압은 기록 동작에 적합한 값으로 조정된다.

다음의 address기간의 address 동작에 있어서 우선 모든 scan전극을 0V로 잡은 Y(on)전압에서는 address 양의 기입 전압인 Va(V)가 인가되어 이때의 address 전극과 scan 전극상의 보호막 표면에서 전압은, 기입전압 Va(V)에 절연체 층 표면의 양의 벽전압이 가산되어 이 부분에서는 address전극과 scan 전극 사이에는 기입방전이 일어나서 scan 상의 보호막 표면에 음의 벽전압이 축적되고, address전극상의 절연체표면에 음의 벽전압이 축적된다. 그러나 scan 전극을 Vs(V)로 잡은 Y(off)의 파형에서는 기입방전이 일어나지 않는다.

이어지는 sustain 기간에서는 모든 scan전극에 양의 scan 전극 및 양의 sustain 전압 Vs를 인가한다. 이때 기입방전을 일으킨 방전셀에서의 scan 전극상의 보호막의 표면과 sustain 전극상의 보호막의 표면에 축적된 음의 벽전압이 가산되어 방전 개시전압을 넘는다. 이 때문에, 기입방전을 일으킨 방전셀은 sustain 방전이 일어난고 기입방전이 일어나지 않는 부분은 sustain 방전이 일어나지 않는다. [5]

이 실험에서는 reset기간 ramp up시간은 100μs ramp down 시는 150μs로 설계하였으며 총 reset기간의 시간은 375μs이고 Address기간은 1ms의 기간을 할당하였으며, sustain period 길이는 가변을 하여 sustain period의 길이에 따른 변화를 알아 보고자 하였으며 sustain

period의 길이가 1290us인 파형을 두고 방전 지속 시간 변화에 따른 image sticking 현상을 알아 보았다.

2.3 실험방법

그림 3은 XGA 7inch panel의 scan line을 2line씩 개별적으로 구동할 수 있는 장치를 나타낸 것이다. driving circuit는 그림에 나오는 파형들을 각 전극에 인가하는 것으로 전체 구동회로는 Analog부와 Digital부로 구성되어 있다. Digital부는 퍼스널 컴퓨터를 이용해 실시간 제어가 가능한 Time-98이라는 Signal generator를 사용해 펄스의 가변을 용이하게 하였다.

각 회로의 동작으로서 X구동부는 Address 전극에 인가되는 회로이고 Z구동부는 Sustain 전극에 인가되는 회로, Y구동부는 address기간동안 address전압 Va가 인가될 때 기입 방전을 일으키고 뒤이은 sustain period동안 방전을 일으키는 Y(on)구동부와 sustain 방전이 일어나지 않는 Y(off)구동부로 이루어져 있다.

이들 신호를 각 scan 2 line씩 dip switch로 Y(on) 신호 및 Y(off)신호를 조절하여 한 panel에서 sustain 방전을 하여 Red, Green, Blue의 세가지 형광체가 모두 켜져 전체적으로는 white로 보이는 full white 상태와 기입방전이 일어나지 않아 reset 구간동안의 배경광만 관찰이 되는 background상태가 동시에 구현이 가능하도록 구성되어 있다.

그림 4는 test panel의 상판에 있는 scan 전극 및 sustain의 개략도로서 Image sticking의 현상 중 sustain 방전을 일으킨 full white 부분과(이하 "on"부분이라 칭함), background방전을 일으킨 부분(이하 "off"부분이라

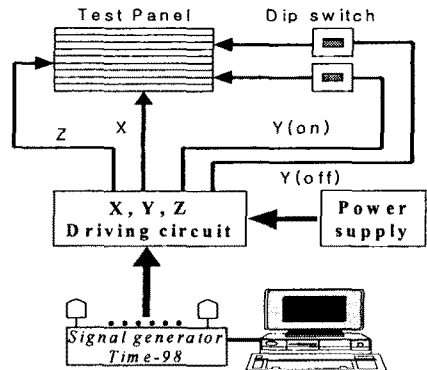


그림 3. 실험 장치의 개략도

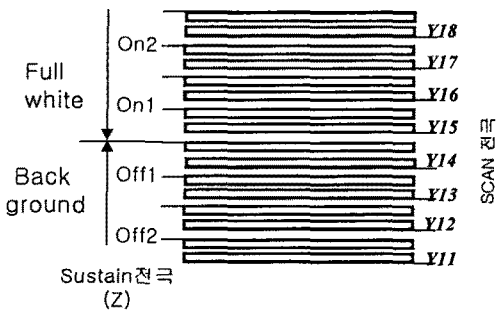


그림 4 실험 Panel의 상판 개략도

침함)의 경계의 가까운 부분부터 2line씩을 묶어서 on1,on2.... off1,off2 ...로 칭하여 이 들을 비교한다. 이 실험에서는 full white 방전을 하는 부분을 일정 시간동안 일정 pattern을 유지한 후 전체를 background광 하에서 관찰 하게 된다. 방전을 한 인접 cell의 영향을 reset구간에서의 방전mode를 관찰을 하기 위해서는 일반적인 current probe로는 방전전류만의 흐름을 추정하기가 어렵고 2line씩을 측정하면 측정 cell이 작아 일반 current probe로는 측정이 어려우므로 high sensitive light dectector로서 Hamamatsu사의 APD module을 사용하였다. APD module은 avalanche photo diode 와 temperature compensate bias circuit 및 low noise I-V amplifier circuit로서 구성되어 있어 각 cell에서 발생 하는 미세 광을 측정하기 용이하게 설계되어 있다.

### 3. 실험 결과

#### 3.1 sustain period 가변에 따른 변화

그림5는 7inch panel의 중간부분에만 full white 방전이 일어나도록 scan 전극에 Y(on) 파형을 가하였고 그 외의 부분은 Y(off) 파형을 가하여 background방전이 일어나도록 한 사진이다.

그림6는 그림5와 같은 pattern을 15분간 지속한 후에 전체를 배경광 하에서 찍은 사진이다. 이 사진은 배경광이 밝게 나오도록 찍은 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 그림5 에서 full white방전을 했던 부분의 boundary에 다른 부분에 비해 밝은 부분이 관찰이 되는 것을 발견할 수 있고 이부분은 휘도로 비교해 보면 이 부분의 휘도가  $1.24\text{cd/m}^2$  정도로 다른 부분  $1.09\text{cd/m}^2$  정도에 비해 더 밝은 것을 알 수 있으며 scan line으로 보면 2line정도 되는 것으로 추정을 할 수 있다.

그림5와 같은 pattern을 주기 전에 reset구간에서 ramp up 시간 때의 sustain 2line의 광파형을 나타낸 것이다. 'off1'과 'on1'위치에서의 광파형이 처음으로 된 점의 peak치는 ramp up 때의 Scan 전극 전압으로는 대략적으로 260V정도 되는 지점이며 이곳이 처음으로 scan 전극에 대해 address 혹은 sustain전극으로 방전이 개시되는 지점으로 생각이 되며 뒤의 광파형은 계속적으로 미소방전이 일어나는 것을 반영한다고 볼 수 있다. 또 두 개의 인접하는 다른 위치에서의 광파형은 그 모양이 비슷하므로 실험 전 초기 상태에서는 방전 mode에서의 차이는 거의 없는 것으로 볼 수 있다.

그림 8은 sustain 650us인 파형을 15분간 구동한후 전체 배경광하에서의 광파형으로 off1의 광파형이 인접하는 off2와 on1보다 먼저 방전 개시 한다고 추정 해 볼 수 있으며 전체적인 광량도 더 많은 것을 볼 수 있다. 그림9는 sustain 2500us인 파형을 15분간 구동한 후의 광파형으로 역시 off1의 광파형이 앞서는 경향이 있고 광파형의 처음 peak치를 기준으로 하였을 때 650us일 때 보다 더 많이 차이가 나는 것을 알 수 있다. 또한 off2의 광파형도 on1보다 앞서는 것으로 보아서 sustain 방전으로 인해 영향을 받는 범위는 sustain 길이가 긴 파형일 경우는 off2정도까지 영향이 미치는 것으로 생각이 되어 진다.

그림10은 sustain period 변화에 따른 on1과 off1의 전압차를 나타낸 것으로 대체적으로 sustain period가 증가함에 따라 전압차는 증가한다. 하지만 이런 경향은 어느정도 이상에서는 증가세가 둔해지고 포화지점이 있으리라 생각된다.

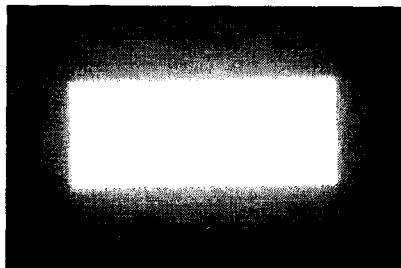


그림5. Image sticking 관찰을 위한 실험 pattern

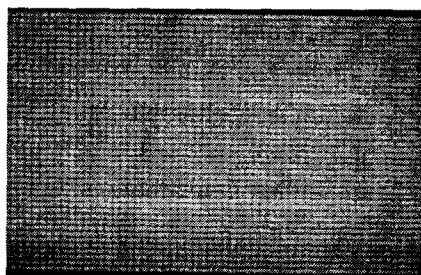


그림6. 실험 결과 사진

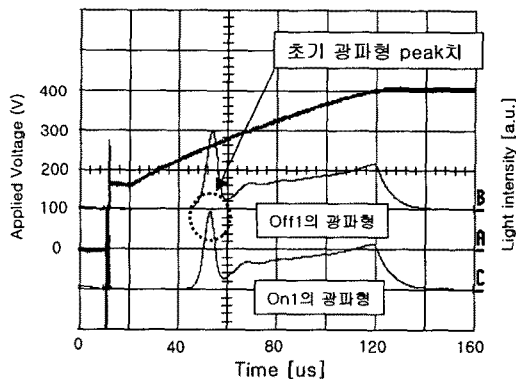


그림 7. 실험전 on1과 off1의 광파형

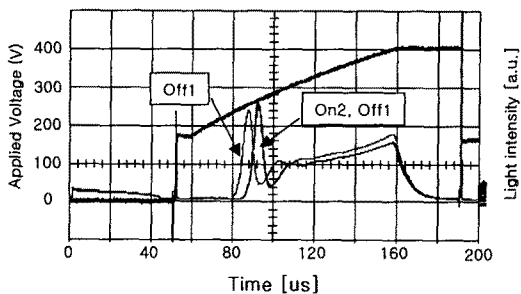


그림 8. sustain 650us인 파형, 15분간 방전후 on1, off1, off2의 광파형

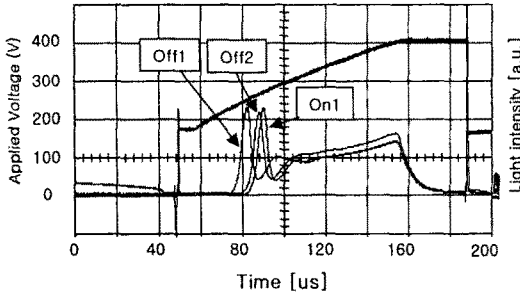


그림 9. sustain 650us인 파형, 15분간 방전후 on1, off1, off2의 광파형

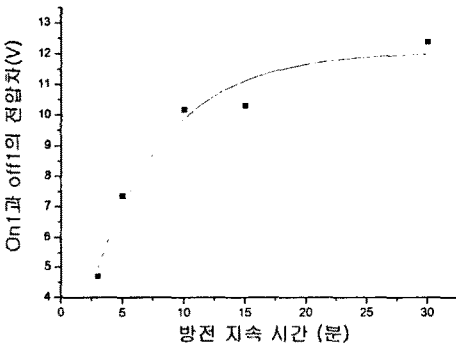


그림 11. 방전 지속 시간의 변화에 따른 on1과 off1의 광파형 peak치 전압차

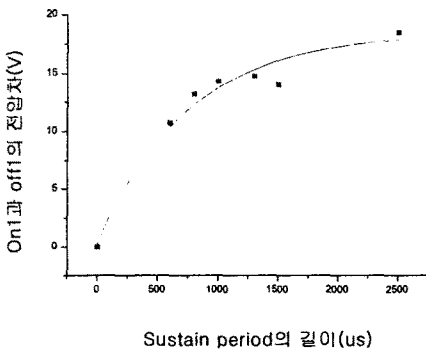


그림 10. sustain period 길이에 따른 on1과 off1의 광파형 peak치 전압차

### 3.2. 방전 지속 시간 가변에 따른 변화

실제로 AC PDP에서 일정시간 이상 정지화면 계속된 경우에 눈으로 관찰이 가능한 image sticking 현상이 나타나므로 방전 지속에 따른 변화도 중요하리라 생각이 된다. 그러므로 reset period 375us, address period 1000us, sustain period 1290us으로 고정한 상태에서 방전 지속 시간을 변화시켜 가며 앞의 실험과 같이 on1과 off1의 ramp up 시간때의 초기 광파형 peak치의 차이를 보인 것이 그림 11로서 방전 지속 시간에

따라서 전압차가 벌어지는 정도는 초반 10분 정도까지는 선형적으로 증가하나 그 이후로는 증가 속도가 둔해지고 포화하는 특성은 앞선 sustain period 길이 변화에 따른 경향과 비슷하다.

## 4. 결론

이 논문에서는 sustain period 길이 변화와 방전 지속 시간에 따라서 sustain 방전을 하는 인접 line과 다른 부분과의 방전모드를 광파형으로 비교하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. ramp up에서 off1부분이 일반적으로 ramp up 과정에서 먼저 방전 개시하는 특징을 가지고 있다. 초기 방전 개시 전압은 sustain 구간의 길이가 길어질수록, 방전 지속 시간이 길어질수록 빨라지지만 어느정도 이상으로 가면 포화된다.
2. 그림6과 같이 full white로 방전한 boundary가 밝아 보이는 이유는 앞의 결론에서 off1부분 즉 이 부분이 밝아 보이는 boundary에 해당하는데 reset구간에서 미소방전이 좀 더 많이 일어나서 이웃하는 다른 부분보다 밝아 보이는 것으로 생각된다.

## [참고 문헌]

- [1] T. Urade, T. Iemori, M. Osawa, Nakayama and I. Morita, "A protecting Layer for the Dielectric in AC Plasma Display Panels", IEEE, Trans. on Electron Devices, Vol. 23 No. 3, pp 313-318, 1976.
- [2] H. Uchiike, K. Miura, N. Nakayama, T. Shinoda, and Y. Fukushima, "Secondary Electron Emission Characteristics of Dielectric Materials in AC-Operated Plasma Display Panels", IEEE, Trans. on Electron Devices, Vol. ED-23, No. 11, pp1211-1217, 1976.
- [3] Jung-Tae Park, "A Study on the Improvement of Address Discharge Characteristics for AC PDP", Thesis for a master's degree, Pusan National University, p3, February 2001
- [4] T. Shinoda, et al, "High Level Gray Scale for AC plasma Display Panels Using Address-Display Period-Separated Sub-Field Method" Trans. of IEICE, C-2, No 3, pp349-355, 1998
- [5] Sung Hyun Lee, "A Study on the improvement of the Contrast ratio in AC PDP", Thesis for a doctor's degree, Pusan National University, p21-22, February, 2002