

AC PDP 벽전하의 동작특성 분석

김성운*, 한재천**, 조현섭**, 김영조**
*서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부
**청운대학교 디지털방송공학과
e-mail : epazet@hanmail.net

A analysis operating characteristics of AC PDP wall charge

Sung-Woon Kim*, Jae-Chun Han**, Hyun-Seob Cho**,
Young-Cho Kim**

*Dept of Electronics, Electrical and Computer Engineering,
University of Seoul

**Dept of Digital Broadcating Engineering,
University Chungwoon

Abstract

현재 PDP는 차세대 대형 평판 표시장치로서 각광을 받고 있으며 빠른 속도로 개발이 진행되고 있다. AC PDP에서 가장 큰 문제인 화질과 휘도 및 방전효율의 향상 그리고 전력손실의 저감 등 높은 contrast의 실현, 제품 가격의 저하 등에 관한 문제이다. 본 연구에서는 벽전압 전달곡선을 이용한 동작특성에 대해 고찰하고자 한다. 동작특성 주파수가 변화할 때 방전 개시전압이 감소하나 메모리 마진은 거의 동일함을 보였다. Duty 비를 0.5, 0.75, 0.9로 변화시키면 방전개시전압은 각각 216V, 213V, 206V로 감소하는 경향이 있지만, 방전유지전압은 153V로 거의 일정하였다.

1. 서론

현대의 디스플레이는 요구되는 용도에 따라서 여러 가지로 분류할 수 있으며, 동작형태에 따라서, CRT(Cathode Ray Tube), LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic Light Emitting Diode), FED(Field Emission Display)등으로 분류할 수 있다. 그러나 CRT의 대형화, 경량화에 대한 한계로 인하여 이에 대체할 LCD, PDP는 각광을 받고 있으며 빠른 속도로 개발이 진행되고 있다. 플라즈마 디스플레이는 기체 방전 시에 발생하는 플라즈마로부터 나오는 빛을 이용하여 문자 또는 그래픽을 표시하는 장치를 말하며 플라즈마 디스플레이는 플라즈마를 만들어 주기 위해 외부에서 가해주는 전압인가를 위해 사용되는 전극이 플라즈마에 직접 노출이 되어 전도전류(Conductiion Current)가 전극을 통해 직접 흐르는 직류형(DC형)과 전극이 유전체를 덮여 있어 발생된

플라즈마에 직접노출이 되지 않아 변위전류(Displacement Current)가 흐르게 되는 교류형(AC형)으로 나누어진다. 특히 AC PDP에서는 전극을 유전체로 도포하여 유전체 표면에서 일어나는 표면 방전에 의해서 발생된 자외선이 R, G, B(Red, Green, Blue)형광체를 여기 시킴으로서 Color 화상을 나타나게 한다. 앞으로 디지털 방송시대가 열리면서 대화면로 표시할 수 있는 디스플레이가 요구되므로 디지털 방송의 장점을 충분히 살리려면 만족감을 갖도록 하기 위해서는 최소한 50인치 이상의 대형 표시장치가 필요하다.

따라서 현재의 CRT로서는 대형화가 어렵다. 그러나 PDP는 대화면이 가능하며, 광 시야각이 넓고 화상이 왜곡되지 않으며 두께가 10cm(CRT의 1/10) 이하의 박형으로 만들 수 있을 뿐만 아니라 40인치 이상인 경우 무게가 40kg 정도밖에 되지 않으므로 벽걸이 TV로 개발되고 있다. 또한 LCD와 비교하여

구조가 간단하고, 패턴의 미세도도 TFT-LCD(Thin Film Transistor LCD)의 약 1/4에 불과하여 만들기가 쉬우며, 기존의 CRT 공정라인을 대체하여 사용할 수 있으므로 차후 TFT-LCD등에 비하여 가격 경쟁력이 있다.

그러나 현재 PDP 기술 개발에 있어 가장 중요한 두 과제는 화질과 비용으로 이를 해결하기 위해 PDP의 고효율화, 고화질화 및 저가격화를 위한 연구가 지속되고 있다, AC PDP를 기준으로 할 때 현재 방전 효율은 1.4lm/W 수준이나, 향후 PDP가 대형 디스플레이 시장을 지배하기 위해서는 5.0lm/W 정도까지 개선해야 휘도를 향상시킬 수 있으며 그 결과 감광필터, ND(Neutral Density)필터를 채용하면 CRT 정도의 휘도가 확립되고 Contrast도 향상될 수 있기 때문이다. 일반적으로 소비전력 및 발광 Duty비를 증가시키면 휘도를 높일 수 있으나 전력 손실을 무시한 휘도 상승만을 높일 수는 없다. 특히 AC PDP에서 실제 전력 투입에 비해 방전 효율이 낮아 높은 소비전력으로 이어지는 결과가 오랫동안 큰 문제로 지적되어 왔다.

40인치급 PDP에서는 300W이상, 50인치급 PDP에서는 400W이상에 이른다. 앞으로 PDP의 소비전력은 40인치에서는 200W, 50인치에서는 250W 정도로 저감시켜야 하며 이 값에서 400~500cd/m²이상의 휘도를 얻을 수 있어야 한다. 이 목표를 달성하기 위해서 발광효율이 2~5lm/W 정도로 개선되어야 한다. 또한 AC PDP에서는 소비전력 저감과 휘도 개선을 위한 Cell 구조의 개선이나 재료의 개발 및 에너지 회수회로의 개발을 통해 소비전력을 저감시켜야 한다.

PDP를 구성하는 단위 Cell의 방전 물리 현상에서는 Cell의 중요 요소인 전극간격 및 전극폭, 격벽의 높이, 가스종류, 방전가스압력, 전극 및 유전체 재료 등이 휘도 및 발광효율과 밀접한 상관관계를 가지고 있으며, 전력 손실에도 중요한 영향을 끼친다.

이에 본 연구에서는 테스트 패널의 벽전압 전달 곡선과 Sustain pulse의 벽전압 전달곡선 등을 이용한 방전 동작 특성에 대해 고찰하고자 한다.

2. 실험

본 실험에서 이용한 테스트 패널의 구동회로는 Digital 부, Analog 부, 와 계측부로 구성되었다. Digital 부는 퍼스널 컴퓨터와 실시간으로 주파수와 펄스폭을 제어할 수 있는 Logic Analyzer98

(ASCOC Co.)과 TIME-98-50MHz(ASCOC Co.)가 연결되어 있다. Analog 부는 벽전압의 변화량을 측정하기 위해 cell의 정상유지 동작상태로 회복하기 위한 쓰기펄스 발생부(Writing pulse), 소거전압을 발생시키기 위한 소거전압 펄스 발생부(Erasing pulse), 유지전압(Sustain voltage)을 인가하는 에너지 회수 회로를 갖춘 방전유지펄스 발생부(V_x, V_y)로 구성되어 있다. 계측부는 디지털 오실로스코프를 이용하여 전압 및 전류를 검출한다. 회로의 최대 인가전압은 460Vp-p이고, 본 실험에서 사용한 기준 sustain 펄스 폭, duty ratio, 주파수, 인가전압은 각각 5μs, 0.5, 50kHz, 180V이며 파형의 rising time과 falling time은 ~650ns까지 가능하다. 실험에서는 5인치 테스트 패널의 186(62×3)개의 cell만을 사용하였다. 단, V-Q Lissajous' figure를 도식하기 위한 정현파 출력은 45kHz 600Vp-p 장비를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 180V, duty비가 0.5인 유지펄스의 주파수를 변화시켰을 때의 Sustain pulse의 벽전압 전달 곡선의 변화를 나타내고 있다. 75kHz의 곡선과 50kHz의 곡선은 유사하지만 20kHz의 곡선은 방전 공간전압이나 방전개시전압이 감소함을 알 수 있다. 이것은 주파수가 증가할수록 방전이 발생하는 빈도도 비례하여 증가하게 되며, 그 이유는 그림 2의 전압·전류 파형에서 보듯이 전체 인가전압에 대해서 방전전류가 흐르는 시간은 약 0.5μs 이내 정도로 짧다. 벽전압은 방전전류에 의해서 구해지므로 이는 곧 벽전압이 약 0.5μs 동안에 거의 다 확립된다는 것을 의미한다. 따라서 20kHz에서 75kHz까지의 주파수 대에서는 벽전압의 변화량(ΔV_w) 즉, 방전전하량의 변화가 거의 발생하지 않는 것으로 생각된다. 그림 1의 벽전압 전달곡선상에 기울기가 2인 점선을 그어 측정한 방전개시전압과 최소방전유지전압의 차이 메모리 마진도 주파수가 75kHz, 50kHz, 20kHz에 따라 각각 57V, 56V, 58V로 거의 동일함을 보였다.

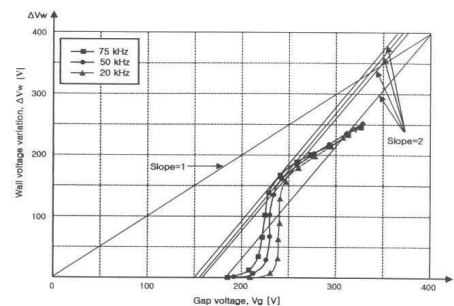


그림 1. Sustain pulse의 벽전압 전달곡선

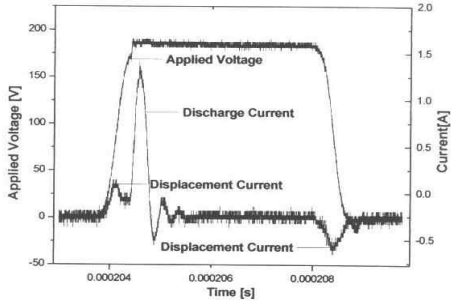


그림 2. Sustain pulse인가에 따른 전압전류과형

그림 3은 구형 펄스의 유지 전압이 180V이고 주파수는 50kHz, 펄스폭 5 μ s, duty 비 0.5인 경우 테스트 패널의 전형적인 벽전압 전달곡선을 나타내고 있다. 그림에서 기울기가 1인 직선은 벽전압 변화량이 방전 공간전압을 초과 할 수 없으므로 그 경계선을 나타낸다. 그리고 기울기가 2인 직선은 벽전압 전달곡선 상에서 on, off 등의 동작점을 파악하기 위한 직선으로 안정한 메모리 동작을 하고 있을 때는 유지전압의 극성이 반전될 때마다 축적되는 벽전압이 반전되기 때문에 $\Delta V_w = 2V_w$ 로 된다. 그러므로 유지전압에서 기울기가 2인 직선을 긋게 되면 이 직선상에서는 항상 $\Delta V_w = 2V_w$ 를 만족하게 되고 벽전압 전달곡선과 만나는 점이 동작점이 된다. 방전공간전압이 증가할수록 방전강도도 강하게 되므로 벽전압 전달곡선은 초기에 단조 증가 곡선이 된다. 그러나 그에 따른 전하량은 미비 하므로 곡선 상에서는 적은 값으로 나타나게 된다. 이후 방전공간 전압이 방전개시전압 값에 도달하여 전리를 시작하는 어떤 임계치를 넘어서면 방전이 개시되어 벽전하의 변화가 크게 되므로 급격히 증가하는 곡선이 된다. 방전 공간전압을 더욱 증가시키면 벽전하의 변화량은 방전공간 전압 값에 접근하게 된다. 결국 그림 3과 같은 벽전압 전달곡선이 구해진다.

일반적으로 유지전압으로 적정한 값이라면 정·부로 교변하는 유지펄스에 의해서 각각 정상상태의 벽전압 V_w 를 확립해야 하고, 벽전압 전달곡선상에서는 유지전압값에서 기울기가 2인 직선을 그었을 때 2개의 안정점과 1개의 불안정점을 지나게 된다. 그림 1에서 나타난 180V의 유지전압에 대한 벽전압 전달곡선은 이처럼 기울기가 2인 직선에 대해서 두 개의 쌍안정점(그림에서 B지점)을 지나는 것을 알 수 있다. 이는 유지전압으로서 구동에 적정한 값을 의미한다. 벽전압 전달곡선 상에 기울기가 2인 접선을

그었을 때 X축과 만나는 점인 최소 방전유지전압과 방전개시전압은 각각 약 153V와 216V였으며 이에 따른 마진은 63V 정도이다. 그러므로 유지전압 V_s 로서 적정값의 범위는 $153V < V_s < 216V$ 임을 알 수 있다.

또한, 벽전압 전달곡선 상에서 그 패널에 대한 쓰기와 소거 전압을 zero로 가정하면 쓰기 펄스에 의한 벽전압을 정상 벽전압 값인 V_w 까지 변화시킬 필요가 있다. 벽전압 전달곡선 상에서 V_w 까지 변화시킬 수 있는 $1/2 \Delta V_w (=V_w)$ 점은 정상 동작점 ΔV_w 를 이등분한 점이 된다. 따라서, 벽전압을 V_w 만큼 변화 시키는데 필요한 방전공간전압에서 쓰기 전압을 구할 수 있다. 본 패널의 경우에 쓰기 전압은 222V 이상이어야 함을 알 수 있다.

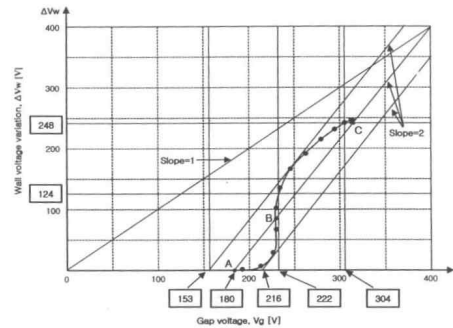


그림 3. 테스트 패널의 벽전압 전달곡선

그림 4는 유지펄스 duty 비의 변화에 따른 벽전압 전달곡선의 별화를 나타내고 있다. 유지펄스의 전압은 180V, 주파수 50kHz로 일정하게 유지한 상태에서 duty 비만을 0.5, 0.75, 0.9로 각각 변화시킨 경우이다. 유지펄스의 전압이 180V 이고, 방전공간 전압이 304V 근처에서 벽전압의 변화량은 그림 1의 주파수 변화 경우처럼 duty 비에 따라 차이가 크게 없다. 최소 방전유지전압도 약 153V로 거의 duty 비에 무관함을 알 수 있다. 그러나 방전공간전압이 약 230V 이하의 곡선 영역에서는 duty 비가 감소할수록 방전개시전압이 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같이 duty 비가 감소할수록 방전개시전압이 증가하는 이유는 duty 비가 낮을수록 전극사의 유전층에 축적되어 벽전압으로 기여하는 이온의 축적밀도가 다소 적어지기 때문으로 생각된다. 이는 유지전압이 zero가 되면 더 이상 이온은 벽전압에 기여하지 못하기 때문이다. 결과적으로 duty 비가 감소할수록 방전개시전압은 다소 증가하는 반면에 방전유지전압은 일정하게 유지되기 때문에 메모리 마진은 다소 증가한다.

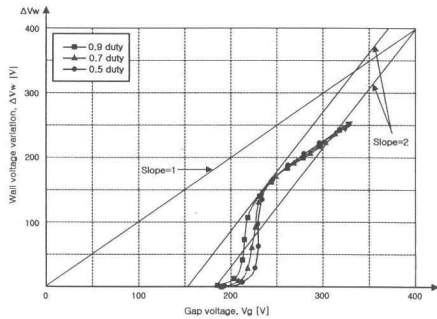


그림 4. 유지펄스 Duty ratio의 변화에 따른 벽전압 전달곡선

2. 결 론

동작특성 주파수가 20kHz, 50kHz, 75kHz로 변화할 때 방전개시전압이 감소하나 메모리 마진은 각각 57V, 56V, 58V로 거의 동일함을 보였다 Duty 비를 0.5, 0.75, 0.9로 변화시키면 방전개시전압은 각각 216V, 213V, 206V로 감소하는 경향이 있지만, 방전 유지전압은 153V로 거의 일정하였다. 주파수 20~75kHz로 duty 비를 0.5~0.9로 변화시킬 경우 안정된 정상상태 방전시의 방전전하량(벽전압 변화량, ΔV_w)에는 거의 영향을 주지 않았다. 그러나 방전공간전압이 약 230V 이하의 곡선 영역에서는 duty 비가 감소할수록 방전개시전압이 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같이 duty 비가 감소할수록 방전개시전압이 증가하는 이유는 duty 비가 낮을수록 전극사의 유전층에 축적되어 벽전압으로 기여하는 이온의 축적밀도가 다소 적어지기 때문으로 생각된다.

참고문헌

- [1] H.G. Slottow, "The voltage Transfer Curve and Stability Criteria in the Theory of the AC Plasma Display", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED 24. N07, 1977
- [2] Sang Ho Han, "A Study on the Optimized Firing Condition of Ag Electrode and Transparent Dielectric Layer for PDP by using the Vacuum RTP System", Thesis for a Master's Degree, University of Seoul, February, 2002
- [3] J. L. Hoyt, "Rapid Thermal Processing-Based Epitaxy", in R. B. Fair, Ed., Rapid Thermal Processing : Science and Technology,

Academic Press, Boston, 1993

- [4] S. Mori, S. Ajisaka, A. Oku, K. Ikesue, K. Tanaka, H. Asahi, N. Nikuchi, S. Sakamoto, IDW'04
- [5] H. S. Uhm, E. H. Choi, K. B. Jeong, Submitted to Appl. Phys. Lett.2004 ; PDP Winter School, 2005.
- [6] T. Komaki, H. Taniguchi, K. Amemiya, Proc. IDE'99