

AC PDP의 벽전하 분포를 이용한 유지 펄스의 전압 마진 결정

하 영 석(河榮錫), 권 오 경(權五敬)
한양대학교 전자전기공학부
전화 : (02) 2290-0359 / 팩스 : (02) 2297-7701

Decision of the Margin of the Sustain Voltage Based on the Wall-Charge Distribution

Young Suk Ha and Oh-Kyong Kwon
Div. of Electronics and Electrical Engineering, Hanyang University
E-mail : okwon7@chollian.net

Abstract

This paper describes a new method to decide the margin for the sustain voltage of AC PDPs based on the wall-charge distribution. We model the discharge cell and measure the wall-charge when sustain pulses are applied to the AC PDP. The measured wall-charge distribution informs us of the voltage forming the maximum wall-charge which should be chosen as the sustain voltage.

I. 서론

현재까지 가정용 TV로는 CRT가 주류를 이루어 왔지만, 최근들어 평판디스플레이 기술의 발달과 함께 PDP를 이용한 벽걸이형 TV가 가정에 보급되기 시작하였다. 많은 종류의 평판디스플레이 중에서도 벽걸이형 TV로 PDP가 적합한데는 다음과 같은 이유가 있다. PDP는 가스 방전을 통해서 빛을 내는 표시 장치로 빠른 응답속도를 지니고 있으며, 넓은 시야각 구현이 용이하고, 어느 디스플레이 장치보다도 대화면 구현이 쉽다. 그러나, 이러한 장점에도 불구하고 PDP기술에서 앞으로 해결되어야 할 몇 가지 문제점들이 있다. 그 예로 패널의 낮은 수율, 높은 가격, 낮은 발광

효율, 짧은 수명 높은 전력 소모등을 들 수 있다. PDP의 단점으로 지적된 사항들은 제조 공정 기술의 발달, PDP 구조의 개선, gas 혼합에 관한 연구, 새로운 구동 방식의 모색, 고전압용 driver IC 개선 등을 통해서 해결할 수 있다. 이중에서도 새로운 구동 방식 개발을 통해서 발광 효율을 높이고, 전력 소모를 낮추며, 저가의 PDP를 제작할 수 있을 것으로 기대된다. 새로운 구동 방식을 개발하기 위해서는 먼저 PDP의 전기적인 특성을 파악하는 것이 선행되어야 한다. AC PDP는 벽전하를 이용하여 유지방전을 하기 때문에 유지 방전 전압에 따른 벽전하의 변화가 AC PDP의 구동 및 휘도에 영향을 미치게 된다[3]. 본 연구는 AC PDP가 방전할 때의 셀을 모델링하여 벽전하를 측정하였으며, 새로운 구동 방식 개발에 필요한 AC PDP의 유지 방전 전압을 결정하는 방법을 제안하였다.

II. 유지 방전 전압 결정

3전극 방식 AC PDP의 유지 방전은 그림 1의 서스테인 전극과 스캔 전극에 교류 파형을 연속적으로 인가하여 가스 방전을 통해서 빛을 발하게 하는 역할을 수행한다. 최적의 유지 방전 전압을 결정하기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

첫 번째, 유지 방전은 화면을 표시하는 역할을 수행하므로 고휘도를 낼 수 있는 최적의 전압을 선택해야

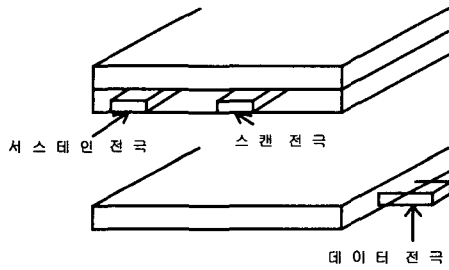


그림 1 3전극 AC PDP 구조
Fig. 1 Structure of a tri-electrode AC PDP

한다. 유지 방전 전압이 높아질수록 휘도는 증가하나, 벽전압이 비선형적으로 증가하므로[5][6], 벽전압과 휘도의 비($V_w / \text{Luminance}$)가 최대가 되는 구간이 존재한다. 이 최대가 되는 구간에서 방전 전압을 결정해야 한다.

두 번째, 벽전압과 유지 방전 전압의 합이 방전 개시 전압과 거의 같거나 약간 넘어서도록 선택해야 한다. 만약 벽전압과 유지 방전 전압의 합이 방전 개시 전압을 넘어서 자기 소거 현상[6]이 일어나게 되는 전압까지 이르면 유지 방전은 효율이 떨어지게 된다.

따라서, 최적화된 유지 방전 전압을 얻기 위해서는 가장 높은 벽전압이 형성되는 전압을 선택하여야 하며, 벽전하가 방전 셀 내부에 벽전압을 발생시키므로 가장 많은 량의 벽전하가 존재할 수 있는 전압을 선택하여야 한다.

III. AC PDP 셀 모델링 및 벽전하량 추출

본 논문에서 제안하는 방법은 유지 방전 파형마다 벽전하의 분포를 직접 관찰하여 구동 전압을 결정하는

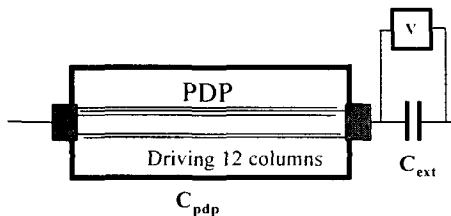


그림 2 벽전하 측정환경
Fig. 2 Wall-charge measurement setup

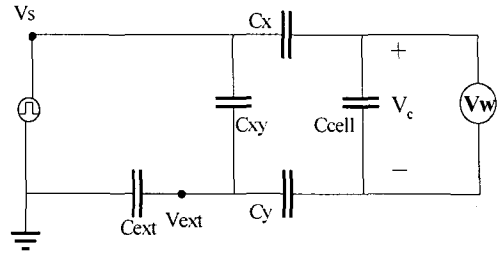


그림 3 면방전시 측정에 사용되는 등가회로
Fig. 3 Equivalent circuit for discharge cell of a AC PDP

것이다. 벽전하를 측정하기 위하여 그림 2와 같은 측정 환경을 구성하였다. 42인치 패널의 12라인을 실험에 사용하였고, 패널의 외부에 직렬로 커패시터를 설치하여 외부에 달린 커패시터 양단간의 전압차를 측정하였다. 서스테인 전극에는 방전 개시 파형, 유지 방전 준비 파형, 유지 방전 파형이 인가되며 스캔 전극에는 벽전하 형성 파형, 유지 방전 파형이 인가된다. 데이터 전극은 항상 floating 상태를 유지하였다.

3전극 AC PDP의 한 개의 방전 셀에서 면방전 시에 나타날 수 있는 커패시턴스 성분을 그림 3에 도시하였다. C_x 는 서스테인 전극을 감싼 유전체에 나타나는 커패시턴스 성분이고, C_y 는 스캔 전극을 감싼 유전체에 나타나는 커패시턴스 성분이다. C_{xy} 는 서스테인 전극과 스캔 전극 사이에 나타나는 커패시턴스 성분이며, C_{cell} 은 방전 공간에 나타나는 커패시턴스 성분이다.

유지 방전 전압(V_s)의 인가로 PDP는 방전을 하게 되고, 이때 생성된 벽전하에 의한 벽전압 V_w 를 그림 3과 같이 모델링할 수 있다. 또한, 방전 후에 방전 공간에 나타나는 전압 V_c 는 외부에서 인가되는 전압 V_s 에 의해 나타나는 성분과 벽전압 성분의 중첩으로 나타낼 수 있으며, 이는 식(1)과 같다.

$$V_c = kV_s + V_w \quad (1)$$

여기서 V_c 는 방전 공간에 나타나는 전압이며, V_s 는 외부에서 인가되는 전압, 그리고 V_w 는 벽전압을 나타낸다. 또한 k 는 방전셀의 유전체와 방전 공간 사이의 커패시턴스 비이며 다음 식(2)와 같다.

$$k = \frac{C_x C_y}{C_x C_{cell} + C_x C_y + C_y C_{cell}} \quad (2)$$

그림 3에 나타난 바와 같이 서스테인 전극에 구형파를 인가하고 스캔 전극에 직렬로 달린 외부 커패시터 C_{ext} 의 양단간의 전압차 V_{ext} 를 측정하였다. 이로부터 방전 공간 사이의 전압 V_c 를 구할 수 있으며 V_c 는 다음 식(3)과 같다.

$$V_c = \frac{C_{ext} V_{ext}}{C_{xy} + \frac{C_x C_y}{C_x + C_y} + C_{cell}} \cdot \frac{\frac{C_x C_y}{C_x + C_y}}{\frac{C_x C_y}{C_x + C_y} + C_{cell}} \quad (3)$$

식(1)과 식(3)으로부터 벽전압 V_w 를 구할 수 있으며 이는 식(4)와 같다.

$$V_w = V_c - V_s \left(1 - \frac{C_a C_{cell}}{C_a + C_{cell}} \right) \frac{C_x C_y}{C_x C_y + C_a C_{cell} + C_x C_y} \quad (4)$$

여기서, $C_a = \frac{C_x C_y}{C_x + C_y}$ 이다.

따라서, 방전시에 생성되는 전하량 Q_w 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_w = C_{cell} V_w \quad (5)$$

벽전하 특성을 관찰하기 위하여, Raphael[7] 시뮬레이션을 통해서 그림 3에 나타난 각각의 커패시턴스를 구하였다. 시뮬레이션 결과는 표 1에 나타내었고, 시뮬레이션 결과를 확인하기 위하여 서스테인 전극과 스캔 전극간의 커패시턴스를 LCR meter를 이용하여 측정하였다. 그 결과 시뮬레이션으로 구한 서스테인 전극과 스캔 전극사이의 커패시턴스는 1.93nF 이고, LCR meter 측정으로 얻은 커패시턴스는 1.91nF로 약 1% 오차를 보였다.

표 1 면방전시 각각의 커패시터값
Table 1 Capacitance when surface discharge occurs

| 항목 | C_x | C_{xy} | C_{cell} | C_y |
|----|---------|----------|------------|---------|
| 값 | 12.13nF | 1.21nF | 1.16nF | 12.13nF |

IV. 측정 및 토의

제안하는 결정 방법에서는 패널에 인가되는 유지 방전 파형에 대해 벽전하의 분포를 측정하여, 그 분포에 따라 적절한 구동 전압을 결정하게 된다. 다음의 그림 4에 측정에 사용된 파형 및 벽전하를 관찰하게 되는 파형의 순서를 도시하였다. 측정에 사용된 구동 파형은 ADS 파형[2]을 적용하였다. 1개의 스캔 전극을 어드레싱할 때 소요되는 시간이 $2\mu\text{sec}$ 이면, 480개 스캔 전극을 어드레싱할 때 소요되는 시간은 $960\mu\text{sec}$ 가 된다. 방전 개시 파형의 전압은 290V와 310V일 때 측정하였으며, 벽전하 형성 파형 및 유지 방전 준비 파형과 유지 방전 파형의 전압을 160V에서 185V까지 5V단위로 증가시키면서 측정하였다. 방전 개시 파형의 펄스폭은 $8\mu\text{sec}$ 로 고정되었으며, 나머지 파형들은 $5\mu\text{sec}$ 의 펄스폭을 유지하였다. 방전 개시 파형과 벽전하 형성 파형과의 간격은 $1\mu\text{sec}$ 로 고정하였으며, 유지 방전 준비 파형과 첫 번째 유지 방전 파형간의 간격 및 유지 방전 파형 간의 간격은 $5\mu\text{sec}$ 로 고정하였다. 0번의 파형에서부터 11번의 파형까지 순서대로 벽전하를 측정하였다.

그림 5에서는 그림 4에 도시한 파형을 바탕으로 벽전하를 측정한 결과를 나타내고 있다. 그림 5에서 보면 170V까지는 유지 방전 파형의 전압이 증가함에 따라 벽전하량도 증가한다. 이는, 일반적으로 패널에 인가되는 전압이 높을수록 방전 셀에 더 큰 전기장이 형성되어 다량의 전하들이 전극쪽으로 이동하여 벽전하를 이루기 때문이다. 그러나, 그림 5에서 유지 방전 전압이 175V 이상 되면, 오히려 벽전하량이 감소함을 볼 수 있다. 이는, 유지 방전 전압이 175V 이상에서 벽전하 형성 파형의 인가로 방전이 발생할 때 다량의 벽전하가 형성되어 일어나는 자기 소거 현상으로 설명할 수 있다. 따라서, 자기 소거 현상에 의한 벽전하 감소

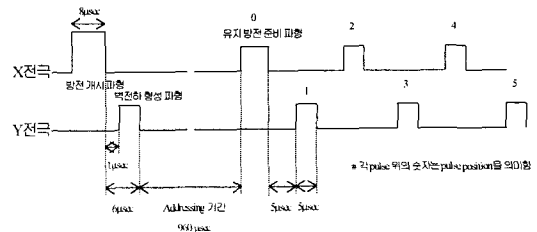
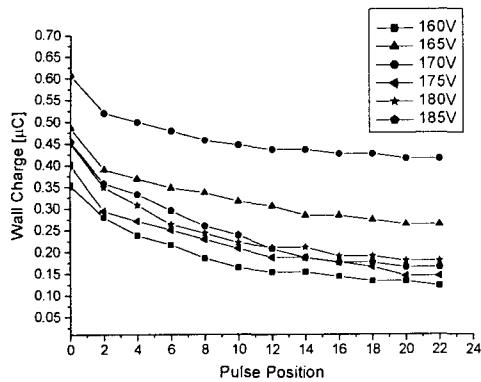
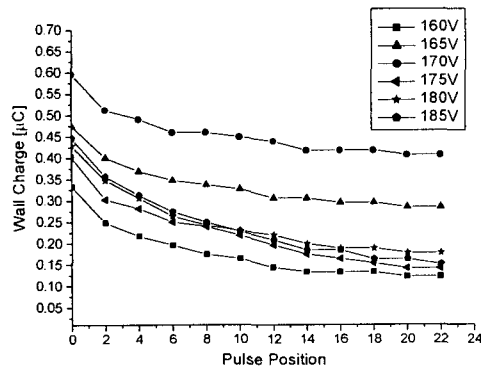


그림 4 패널에 인가된 파형

Fig. 4 Pulses applied to sustain electrode and scan electrode of AC PDP



(a)



(b)

그림 5 인가된 파형에 따른 벽전하 분포도 (a) 방전 개시 파형의 전압이 290V일 때 벽전하 분포, (b) 방전 개시 파형의 전압이 310V일 때 벽전하 분포

Fig. 5 Wall-charge distribution (a) when priming pulse voltage is 290V, (b) when priming pulse voltage is 310V

로 인하여, 외부에서 인가하는 유지 방전 전압과 벽전압의 합이 방전 개시 전압에 미치지 못하게 되어 방전을 멈추거나 약방전을 일으키게 된다. 그림 5에서 175V 이상에서는 유지 방전 파형이 연속적으로 인가됨에 따라 벽전하가 급격하게 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이는 유지 방전 중에도 재방전에 의해 벽전하가 줄어들게 된다는 사실을 뒷받침한다. 한편, 165V에서 170V일 때는 벽전하가 다른 전압일 때에 비해서 유지 방전 파형이 연속적으로 인가될 경우에도 상대적으로

일정하게 유지되는 것을 볼 수 있다. 따라서, 유지 방전 전압을 165V와 170V에서 결정하여야 한다.

V. 결론

본 논문에서는 AC PDP에서의 벽전하량 추출 방법 및 유지 펄스의 전압 마진을 결정하는 방법을 제안하였다. 실험에 사용된 42인치 color PDP에 직렬로 커패시터를 부착하여 벽전하량을 추출하였으며, ADS 구동 방식을 적용할 경우, 유지 방전 파형의 전압이 165V에서 170V일 때, 벽전하량이 비교적 일정하게 유지되고, 가장 많은 양의 벽전하가 존재하는 구간이다. 따라서, 165V ~ 170V사이의 전압이 3전극 AC PDP의 유지 방전 전압이 된다. 이와 같이, 제안된 방법은 직접 벽전하의 상태를 파악하여 유지 방전 전압을 결정하는 방식이기 때문에 종래의 방식에 비하여 최적화된 구동 전압을 결정할 수 있다.

참고문헌

- [1] E. H. Choi, *et al.* "Influence of Sustain Pulse-Width on the Electro-Luminous Efficiency in Surface Discharge AC-PDPs", Proceedings of IDW '99, pp. 719 - 722, 1999.
- [2] S. Kanagu, *et al.* "A 31-in.-Diagonal Full-Color Surface-Discharge ac Plasma Display Panel", pp. 713 - 716, 1992.
- [3] T. Y. Kim, *et al.* "Influence of Sustain Voltage on Wall Charge and Wall Voltage Characteristics in AC-PDPs", Proceedings of IDW '99, pp. 627 - 630, 1999.
- [4] S. H. Lee, *et al.* "Some Discharge Characteristics of Surface Discharge AC PDPs by the Voltage Transfer Curve", Journal of Electrical Engineering and Information Science, vol. 4, pp. 466 - 470, 1999.
- [5] R. L. Johnson, *et al.* "The Device Characteristics of the Plasma Display Element", IEEE Transaction on Electron Devices, vol. 18, pp. 642 - 649, september, 1971.
- [6] T. Hashimoto, *et al.* "Improvement of Luminance Efficiency in an ACPDP by Self-Erase Discharge Waveform", SID '99, pp. 540 - 543, 1999.
- [7] TMA, *Raphael Reference Manual*, California, 1996.