

# 플라즈마 디스플레이의 벽전하 해석

## (An Analysis of Wall-Charge in the Plasma Display Panel)

**한진호\*, 이정섭, 염정덕**  
 ( Jinho Han\*, Jeongseop Lee, Jeongduk Ryeom)

승실대학교 전기공학부

### 요 약

PDP는 어드레스 기간 동안 유전체 위에 축적한 벽전하(Wall-Charge)를 이용하여 화상정보를 입력 함으로서 표시방전 셀을 결정할 수 있다. 따라서 벽전하의 해석은 방전 셀 특성을 분석하기 위한 중요한 요소이나 실제 X-Y 전극 간 벽전압은 다른 인가 펄스의 영향과 공간전하의 영향이 작용하여 측정이 쉽지 않다. 본 논문에서는 공간전하의 영향과 다른 인가 펄스의 영향을 고려하여 실제 표시방전 펄스의 방전 조건과 동일한 조건을 만들어 벽전하가 소거된 상황의 방전개시전압을 측정하였으며 측정된 결과를 통해 벽전압을 계산하였다. 또한 공간전하 발생 후 시간을 변화시키면서 방전지연시간과 방전강도를 측정하여 방전 시 발생한 공간전하에 의한 영향을 분석하였다.

## 1. 서론

PDP(Plasma Display Panel)는 Xe의 기체방전에 의해 발생하는 자외선을 이용한 자발광 소자이다. 따라서 방전의 유·무는 방전공간에 형성되는 전위차에 의해 결정된다. 현재 AC PDP 셀은 3전극 면방전형(Surface-Discharge)구조[1]를 사용하고 있으며 3전극 면방전 AC PDP의 구동법에는 ADS(Address Display Separated)방식과 AWD(Address While Display) 방식이 주류를 이루고 있다. 두 방식 모두 어드레스 기간에 표시방전 셀을 선택하여 선택된 셀들을 방전시켜 벽전하를 축적한다. 표시방전 구간에서 표시방전 인가전압을 방전개시전압보다 낮게 인가하면 선택된 셀들만 인가전압과 벽전압의 합이 방전개시전압보다 크게 되어 전면발광을 일으키게 된다. 따라서 벽전하는 표시방전의 유·무를 결정하는 주요 요소가 된다. 그러므로 셀의 방전 특성을 분석하기 위해서는 벽전하를 해석하는 것이 중요하나 다른 인가 펄스의 영향과 공간전하의 영향으로 정확한 벽전압을 구하는 것에 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 실제 표시방전 펄스와 동일한 조건을 만들어 벽전하가 완전히 소거되었을 경우 방전개시전압과 방전 후 인가 펄스와의 시간차에 따른 방전지연시간[2]과 방전강도의 변화를 측정하여 벽전압과 공간전하의 영향을 분석하였고 이를 이용하여 실험용 패널의 방전개시전압을 측정하였다.

## 2. 방전개시전압 측정 실험

그림 1은 이번 실험에 사용된 구동실험 장치의 블록 다이어그램이다. PC에서 펄스 생성 소프트웨어로 만들어진 로직은 FPGA를 통해 제어되어 각 전극의 구동회로로 보내진다. 제어 신호를 입력받은 구동회로들은 대각선크기 6인치, 화소수 80\*80\*3(RGB), 화소 피치 크기가 220[ $\mu$ m]인 실험용 PDP의 각 전극에 구동전압을 공급하여 패널을 방전시킨다. 구동회로와 출력전압 방전회로를 계측하기 위한 장치로는 Digital Oscilloscope와 828[nm] 근처에서 최대감도를 갖는 하마마쯔의 광센서 증폭기 C6386이 사용되었다.

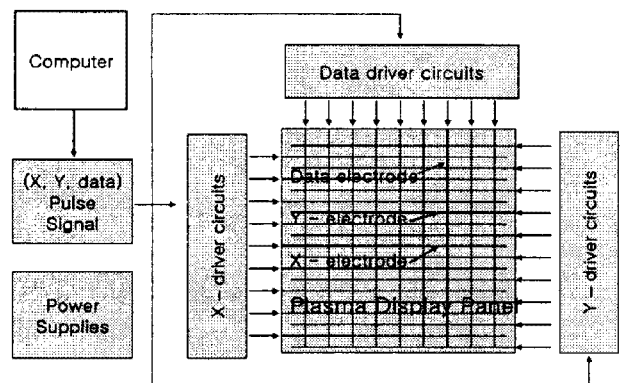


그림 1. 구동실험 장치의 블록도

방전개시전압 측정을 위해 다음과 같은 두 가지

실험을 진행하였다.

실험 1. 공간전하와 벽전하의 영향이 없을 경우의 Sustain 방전개시전압 및 방전지연시간과 방전강도 측정

실험 2. 벽전하 없이 공간전하의 영향만 있을 경우의 Sustain 방전개시전압 및 방전지연시간과 방전강도의 변화 측정

그림 2(a)와 2(b)는 이번 연구에 사용된 펄스 타이밍도이다. 실험 1에 사용된 그림 2(a) 펄스 타이밍도는 벽전하를 완전히 소거시키기 위해 펄스 A에  $V_{AX} = 300[V]$ 를 인가하고  $V_{AY}$ 를 가변시켜 패널이 균일하게 방전하는 전압을 방전개시전압의 기준으로 측정하였다. 펄스 C는 일반적인 표시방전 인가전압과 동일한  $180[V]$ 를 인가하였다. 실험 2에 사용된 그림 2(b) 타이밍도는 실제 표시방전과 동일 조건을 만들기 위해 일정한 공간전하를 공급하도록 펄스 B를 펄스 A와  $2\mu s$  차이나게 삽입하였으며 실험 1을 통해 측정되어진 벽전하 소거전압( $V_{BX} = 300[V]$ ,  $V_{BY} = -145[V]$ )을 인가하여 벽전하 없이 방전개시전압을 측정할 수 있는 조건을 만들어 실험하였다.  $V_{AX} = 200[V]$ 를 인가하였으며  $V_{AY}$  전압을 가변시켜 방전개시전압의 최소, 최대 전압을 측정하였고 펄스 C는 실험 1과 동일하게  $180[V]$ 를 인가하였다.

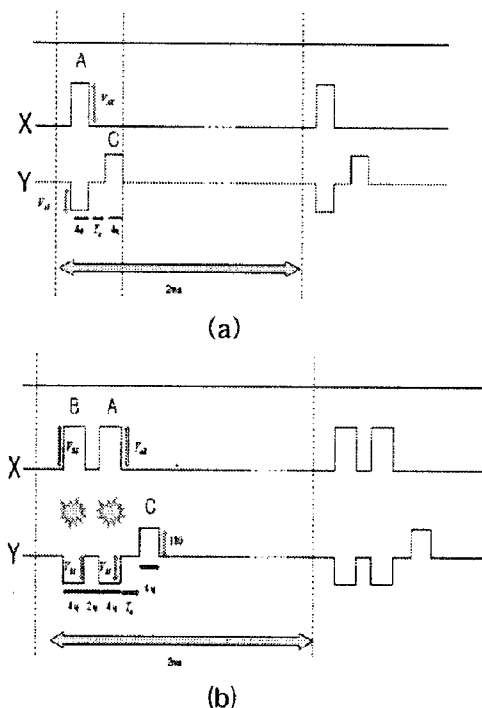


그림 2. 펄스 타이밍도

두 실험 모두 공간전하의 영향에 의한 특성 변화를 측정하기 위해 펄스 A와 펄스 C사이의 시간차인  $T_A$ 를 1에서  $10\mu s$ 까지는  $1\mu s$  간격, 10에서  $40\mu s$ 까지는  $2\mu s$  간격, 40에서  $100\mu s$ 까지는  $10\mu s$  간격으로 변화시켰으며 이 후 150, 200  $\mu s$ 까지 각 10회 측정하여 평균값을 취하였다. 이는 공간전하의 영향이  $40\mu s$  정도까지 유효하다는 결과에 따라  $T_A$ 를 세부적으로 변화시킨 것이다.[3]

### 3. 실험 결과 및 토론

그림 3은 실험 1에서  $T_A$ 를 변화시키며 측정된  $V_{AY}$  최소, 최대 전압 값을 그래프로 나타낸 것이다. 최대 전압은 지정한 패널 영역의 방전이 안정적으로 발생하는 전압을 기준으로 하였으며 최소 전압은 안정적으로 유지되던 방전이 불안정하게 변하는 전압을 기준으로 측정하였다. 측정결과 동작 마진(margin)은  $9-11[V]$ 이며  $T_A$ 의 변화에 상관없이 펄스 C에서 방전이 발생하지 않는 것을 통해 강방전의 인가에 의한 자기소거방전이 일어나 벽전하가 소거되었다는 것을 확인할 수 있었다. 결과를 통해  $60\mu s$  이후는 공간전하의 영향이 없으므로 측정값이 거의 일정한 것을 확인할 수 있었다. 그러므로 공간전하 및 벽전하의 영향을 받지 않을 경우 이 실험용 패널의 sustain 방전개시전압은  $300+123=423[V]$ 가 됨을 알 수 있었다.

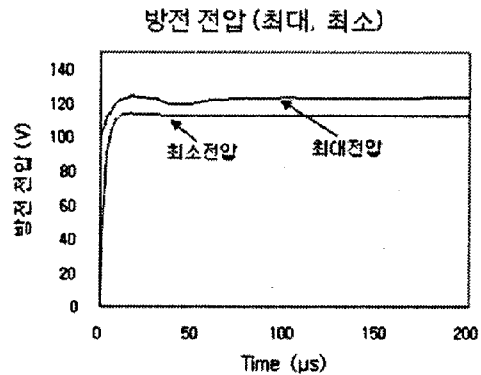


그림 3. 실험 1 방전 전압(최대, 최소)

그림 4는  $T_A$ 의 변화에 따른 소거펄스 A의 방전지연과 상대적 방전강도를 오실로스코프와 C6386을 이용해 측정된 결과이다.  $T_A$ 가  $60\mu s$  이상 되었을 경우 방전지연시간은 약  $2\mu s$ 로 일정한 결과를 나타내었고 상대적 방전강도 또한 큰 변화를 보이지 않았다.  $60\mu s$  이상에서 상대적 방전강도의 오차 범위는 광출력은  $\pm 5.5\%$ , 자기소거방

전은  $\pm 1.8\%$ 로 나타났다.  $4\mu\text{s}$  이하에서 방전지연 시간은 급격히 작아지고 광출력은 급격히 높아지는 것을 알 수 있는데 이 부분은 추후에 좀 더 자세한 실험을 통하여 해석해야 할 것으로 보인다.

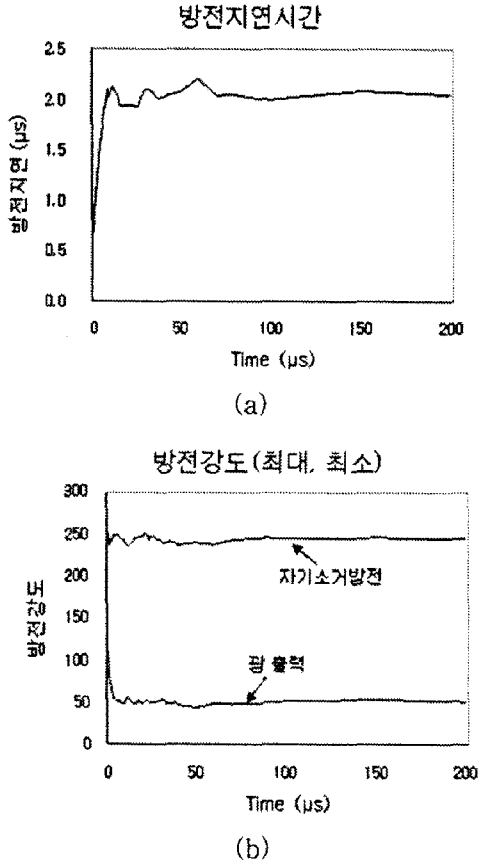


그림 4.  $T_A$  변화에 따른 소거펄스 A의 방전 변화  
(a) 소거펄스 방전지연  
(b) 소거펄스 방전의 상대적 강도

그림 5는 실험 2에서  $T_A$  변화 시 측정된  $V_{AY}$ 의 최소, 최대 전압의 결과를 나타낸 것이다. 최소 전압은 표시방전 펄스와 동일한 조건에서 벽전하의 축적 없이 측정된 Sustain 방전개시전압의 Y전극 전압으로서 평균 82[V]가 측정 되었다. 그러므로 방전개시전압은  $200+82=282\text{V}$  로 계산되었으며 이 패널의 Sustain 인가전압은 이전 실험에서 175-197[V]로 측정되었으므로 이의 중간값을 취하여 185[V]라고 한다면 식 1에 의해 벽전압은  $282-185=97\text{V}$  라고 할 수 있다.[4][5]

$$\text{방전개시전압} - \text{표시방전 인가전압} = \text{벽전압} \quad (1)$$

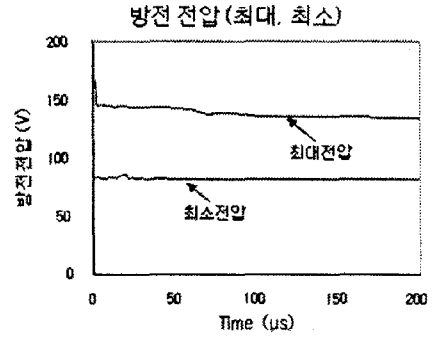


그림 5. 실험 2 방전 전압(최대, 최소)

동작 마진은  $T_A$ 가  $1\mu\text{s}$ 일 때를 제외하고 54 - 64[V]이며 펄스 B의 방전에 의해 항상 일정한 공간전하가 공급되므로 거의 일정한 결과 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

그림 6은  $T_A$ 의 변화에 따른 소거펄스 A의 방전지연과 상대적 방전강도이다. 방전지연시간은  $0.2\mu\text{s}$ ,  $0.1\mu\text{s}$ 로 매우 감소하였으며 광 출력의 오차 범위는 최소전압 인가 시  $\pm 4\%$ , 최대전압 인가 시  $\pm 3\%$ 로 펄스 B의 방전으로 발생된 일정한 공간전하의 영향에 의해 안정적인 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

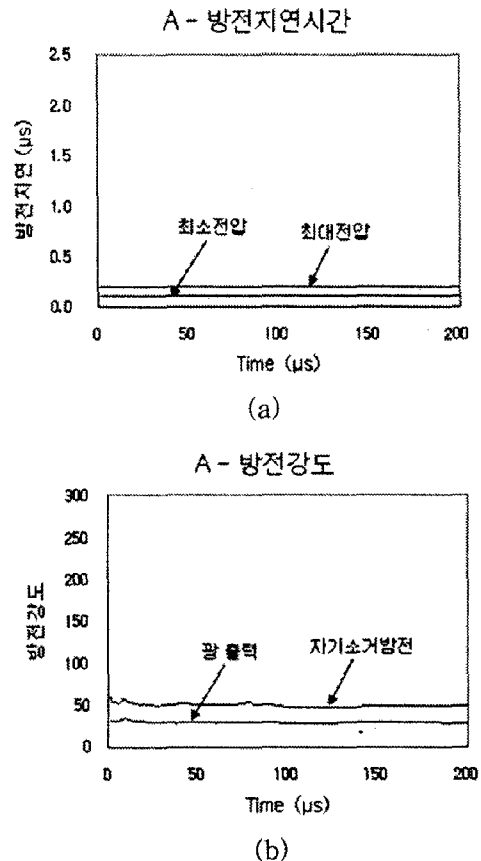


그림 6.  $T_A$  변화에 따른 소거펄스 A의 방전 변화  
(a) 소거펄스 방전지연  
(b) 소거펄스 방전의 상대적 강도

## 4. 결 론

본 논문에서 벽전하가 존재하지 않을 경우의 Sustain 방전개시전압을 기존 Sustain 방전과 동일한 조건에서 실험하여 벽전압을 구하였다. 그 결과 벽전압은 97[V]였으며 이는 셀의 방전을 해석하는 주요 지표로 사용될 수 있다.

패널의 방전개시전압은 공간전하의 영향이 없을 경우는 423[V]이고 공간전하의 영향이 있을 경우는 282[V]로 측정되었다. 측정결과로부터 공간전하의 영향에 의해 방전개시전압이 약 141[V]로 크게 낮아지는 것을 알 수 있었으며 이를 통해 공간전하가 방전에 끼치는 영향을 수치적으로 확인할 수 있었다. 공간전하는 방전개시전압을 낮추는 역할뿐만 아니라 방전을 안정적으로 발생시키고 방전지연시간을 0.2 $\mu$ s 이하로 크게 감소하게 만든다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] Y. Sano, T. Okajima, N. Koyama, T. Yoshioka and K. Nunomura, 'A Full-Color Surface-Discharge ac Plasma TV Display', SID 91 DIGEST, 1991, pp.728-731.
- [2] Norihiro Uemura, Yusuke Yajima\*, Masayuki Shibata, Yoshimi Kawanami and Fumihiko Namiki, 'Improvement of the Speed of Address Discharge in Ne-Xe-He Discharge Gases for ACPDPs', SID 03 DIGEST, 2003, pp.784-787.
- [3] Jinho Han, Jeongseop Lee, Jeongduk Ryeom, 'An Influence of Space-Charge in the Address Discharge of the PDP', KIEE, Spring Conference, 2008, pp.33-36.
- [4] K. Sakita, K. Takayama, K. Awamoto, and Y. Hashimoto, 'Analysis of Cell Operation at Address Period Using Wall Voltage Transfer Function in Three-electrode Surface-Discharge AC-PDPs', IDW'01, pp.841-844.
- [5] Hyeonsung Son, Jeongduk Ryeom, 'A Study on the Characteristics of Brightness according to PDP Driving Pulse condition', KIEE, Conference, Nov, 2004, pp.57-62.