

# AC-PDP 특성평가를 위한 전압전달곡선 계측에 관한 연구

## Measurement of Voltage Transfer Curve in AC PDP

손진부, 이성현, 김동현, 김영대, 조정수, 박정후

Jin-boo Son, Sung-Hyun Lee, Dong-Hyun Kim, Young-Dae Kim, Jung-Soo Cho, Chung-hoo Park

Dept. of Electrical Engineering, Pusan National University

**Abstract** -In ac PDP(Plasma Display Panel), the discharge characteristics is very important to display clear images. In this paper, we have studied the measurement of voltage transfer curves which show the discharge characteristics in AC PDP. The change of the effective wall capacitance during a discharge is also studied. These depend on lateral spreading of charge distribution and the strength of the discharge. As a parameter of the frequency, we observed the effects of the frequency in voltage transfer curves and in effective wall capacitance changes. As frequency increases, minimum sustain voltage and firing voltage decrease. In upper region of gap voltage the change of the effective wall capacitance is independent of frequency.

**Key Words** : PDP(Plasma display panel), voltage transfer curve, effective wall capacitance

### 1. 서론

대화면 디스플레이로서 각광을 받아오던 표면 방전형 AC PDP(Plasma Display Panel)는 CRT(Cathode Ray Tube)와 LCD(Liquid Crystal Display)등의 기존의 디스플레이 디바이스에 대해 경쟁력을 갖추기 시작하면서, 상품화가 가속화되고 있다. 그리고 40~60인치급 대화면 디스플레이 소자로서 뿐만 아니라 장래 HDTV용 디스플레이 장치로서 고유의 영역을 확보해 나가고 있다. 하지만 PDP는 아직 휘도나 효율 및, 소비전력 등에서 많은 개선점을 안고 있다.

PDP에서는 정확한 동화상을 구현하기 위해 PDP 셀 내부의 방전 특성을 이해하는 것이 필수적이다. 표면 방전형 AC PDP는 일반 저기압 가스 방전에서의 방전 특성과는 다른 방전 특성을 가진다. 그림1은 표면 방전형 AC PDP의 개략도를 나타낸다. AC PDP의 원리는 유전체로도포된 방전 전극 상에서 발생된 방전에 의해 생성된 자외선이 형광체를 여기 시켜 가시광을 방출시킨다. 이때 방전에 의해 발생된 하전입자들은 유전층 상에 축적되어 벽전하를 형성하고, 이 벽전하들이 셀 내부에 벽전압을 형성한다. 그러므로, AC PDP에서의 셀 내부의 방전 특성은 방전 공간 전압에 대한 벽전압의 변화를 나타내는 전압 전달 곡선으로 이해 할 수 있다.

따라서, 전압 전달 곡선은 PDP 구동에 중요한 요소인 메모리 마진이나 쓰기 혹은 소거 전압 등의 방전 특성 해석과 장차 PDP 평가 기술에 이용될 것으로 생각된다.

또한 전압 전달 곡선은 셀의 용량과는 무관하게 계측되므로 이를 통해 방전 전극상의 유전체의 용량 변화를

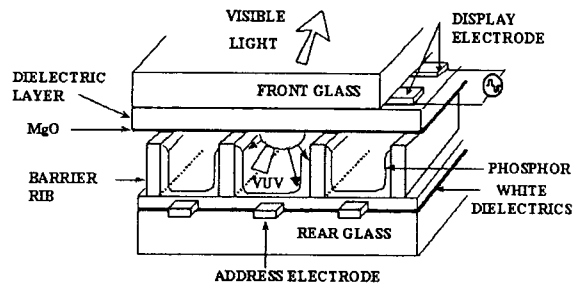


그림 1. 표면 방전형 AC PDP의 개략도

고찰 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 표면 방전 AC PDP에서 전압 전달 곡선에 의해 주파수에 따른 방전 특성 해석과 방전시 발생하는 방전 전극상의 유전체의 용량 변화를 연구하였다.

### 2. 실험 방법

그림 2는 실험 장치 구성도를 나타낸다. 실험 장치는 펄스 전압을 발생시키는 전원부와 이 전원부를 제어하기 위한 제어부 그리고, 전압 및 전류를 검출하기 위한 계측부의 3부분으로 구성되어 있다.

펄스 전압을 발생시키기 위한 전원부는 소거 전압을 발생 시키기 위한 소거 전압 펄스 발생부와 셀을 정상유지 상태로 회복하기 위한 writing 펄스 전압 발생부, 유지 전압을 인가하는 유지전압 펄스 발생부로 회로를 구성하였다.

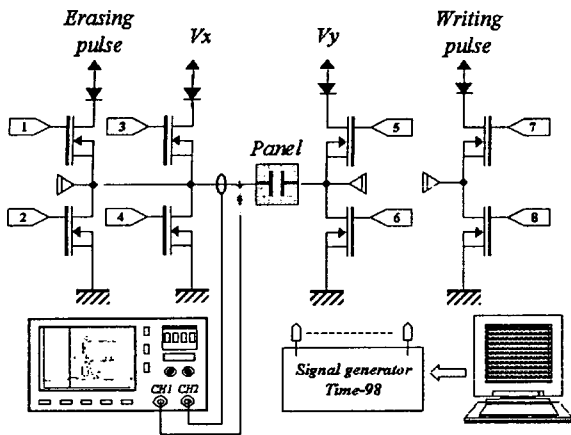


그림 2. 실험 장치의 구성도

제어부는 주파수 혹은 펄스 폭을 제어하기 위해서 전원부 내의 각각의 스위칭소자에 대해 제어 신호를 발생시킨다.

계측부는 디지털오실로스코프를 이용하여 전압 및 전류를 검출한다.

실험에서 사용된 패널은 ITO 전극 폭이  $340\mu m$ , ITO 전극 간격이  $60\mu m$ 이고 격벽 높이가  $150\mu m$ , 동작 가스로는 400Torr He+Ne(30%)+Xe(4%)의 3원 가스를 사용하였다. 실험에서는 104개의 셀만을 사용하였다.

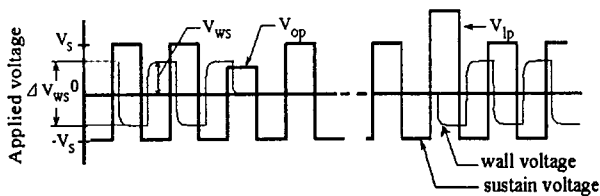


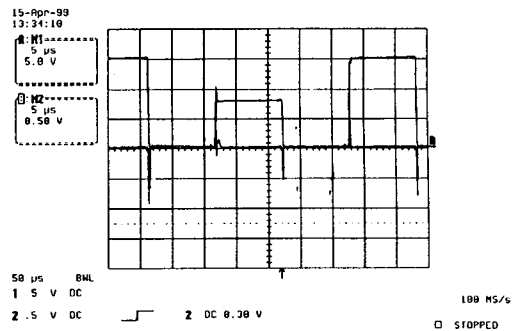
그림 3. 인가 파형의 개략도

전압 전달 곡선은 다음과 같이 그려진다.

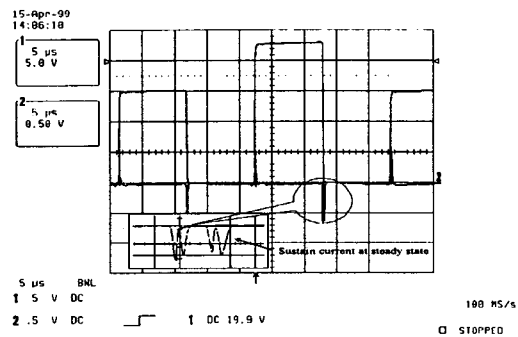
셀이 방전 후, 수회의 유지 펄스가 인가되어 정상 동작 상태를 만든다. 그리고 소거 섭동 전압 펄스를 인가한 뒤, 정확하게 정상 상태 동작점으로 복귀시키는 바로 다음의 펄스 전압(writing 펄스 전압)을 구하는 것으로 앞의 섭동 결과로 생기는 벽전압 변화량( $\Delta V_w$ )을 구한다.

전압 전달 측정은 2과정으로 나누어진다.

첫째는, 전압 전달 곡선상에 정상 상태의 동작점을 결정한다. 이 정상 상태의 동작점을 결정하기 위해서 먼저



(a) 소거 펄스인가 후



(b) writing 펄스인가 후

그림 4. 측정된 전압 및 전류 파형

완전 소거 전압인  $V_{op}$ 와 완전 writing 전압인  $V_{lp}$ 를 결정한다.

그림 3은 전압 전달 곡선 상에 정상 상태의 동작점을 결정하기 위해 사용되는 파형이다. 완전 소거 전압  $V_{op}$ 는 유지 전압 펄스에 의해 형성된 내부 벽전압( $V_{ws}$ )를 완전히 소거시키는 전압으로서 다음에 오는 유지 전압 펄스에서의 방전의 꺼짐으로 알 수 있다.

그림 4(a)는 실제 정상 유지 펄스(150V)에서 완전 소거 전압이 인가되었을 때의 전압 및 전류 파형을 나타낸다. 완전 소거 전압이 인가 후, 방전전류가 사라지고 변위전류만이 남는다.

완전 writing 전압  $V_{lp}$ 는  $V_{op}$ 에 의해 소거된 벽전압 크기만큼 다시 생성시키는 전압으로서 그 다음에 오는 sustain 펄스에서의 방전 전류의 피크치가 정상 상태 일 때의 방전 전류의 피크치와 같음으로 알 수 있다. 본 실험에서는 셀에서 동작점의 응답을 나타내는 지표로서 방전 전류의 크기를 선정하였다.

그림 4(b)는 완전 소거 전압에 의해 방전이 꺼진 후, writing 전압이 인가되어 다음 펄스에서의 방전전류 피크치가 정상 동작 상태에서의 방전전류 피크치와 같음

보이고 있다.

완전 소거 전압 펄스와 완전 writing 펄스는 각각 같은 양의 전압을 전달하므로 다음 [1]식에서  $|\Delta V_w|$ 를 구할 수 있다.

$$V_{WS} + V_{OP} = V_{IP} \quad [1]$$

$$|\Delta V_{WS}| = 2V_{WS} = 2(V_{IP} - V_{OP}) \quad [2]$$

이때 공간에 인가되는 전압은 외부 인가전압인 유지 전압과 내부의 벽전압의 합으로 나타난다.

$$V_{GS} = V_S + V_{WS} \quad [3]$$

따라서, 식 [2]와 [3]을 가지고 전압 전달 곡선 상에 정상 동작점을 결정한다.

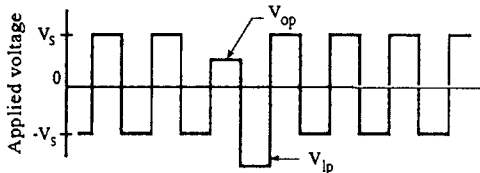


그림 5. 인가파형의 개략도

둘째는, 정해진 정상 동작점을 기준으로 소거 선행전압을 인가하고 정확하게 원동작점으로 복귀시키는 writing 전압을 결정함으로써 곡선상의 나머지 점들을 구한다.

그림4는 전달 곡선상의 나머지 점들을 결정하기 위해 사용된 파형이다. 파형의 반주기 동안 소거 선행 전압을 인가하고 이어서 두 번째 반주기 동안 writing 전압을 인가한다.

셀 내부의 공간전압은 정상 상태 벽전압  $V_{WS}$ 와 소거 선행 전압의 크기에 의해 결정되므로 식[5]와 같이 나타난다.

$$V_{go} = V_O + V_{WS} \quad [5]$$

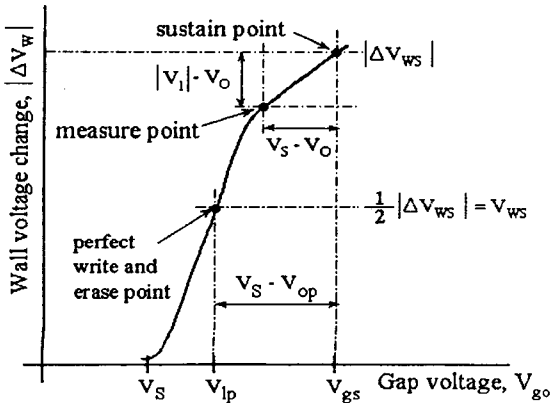


그림 6. 전압 전달 곡선

각각의 소거 선행 전압에 대응하는 벽전압 변화량  $\Delta V_w$ 는 소거 선행 전압  $V_O$ 에 의해 전달된 전압을 정확히 복구하는데 필요한 writing 펄스의 크기가 결정한다. 그리고 이 때, writing 펄스 다음의 유지 펄스에서의 방전 전류 피크치가 정상 동작 상태의 피크치와 일치한다. 즉, 소거 선행 전압  $V_O$ 와 writing 펄스는 같은 크기의 전압을 전달하므로 식[7]과 같이 된다.

$$V_O + V_{WS} = - (V_I + \Delta V_w + V_{WS}) \quad [6]$$

공급 전압의 반주기마다 극성이 반전하므로  $\Delta V_w$ 는 소거 선행 전압의 극성에 맞게 적절한 부호를 취해서 식[6]을 다시 나타내면 식[7]이 된다.

$$|\Delta V_w| = |\Delta V_{WS}| - (|\Delta V_I| - V_O) \quad [7]$$

따라서 식[6], [7]로 전압 전달 곡선상의 좌표를 결정한다.

그리고 셀의 방전시 관여하는 방전 전극상의 유전체의 용량 변화를 구한다. 먼저 각 소거 선행 펄스에 대한 방전 전류를 검출해서 적분함으로써 전하량  $Q$ 를 구할 수 있다. 그리고 셀 내부의 동일한 공간 전압하에서의 벽전압 변화량  $\Delta V_w$ 를 앞에서 구한 전압 전달 곡선 상에서 구한다. 이렇게 구해진  $Q$ 와  $\Delta V_w$ 를 아래 식[8]의 관계를 통해 방전시 관여한 유전체 용량( $C_d$ )를 구할 수 있다.

$$C_d = \frac{Q}{\Delta V_w} \quad [8]$$

### 3. 실험 결과 및 고찰

그림 7은 유지 전압 150V, 펄스 폭  $10 \mu\text{sec}$ , 주파수 50kHz에서의 전압 전달 곡선과 방전시 발생하는 방전 전극상의 유전체의 용량변화를 나타낸다.

전압 전달 곡선상에서 방전 공간 전압의 상위 영역에서는 기울기 1인 직선에 거의 근접하였고, 비안정적인 공간 전압 225V이하에서 방전의 거짐을 확인하였다. 최소 유지 전압은 137.5V이고, 방전 개시 전압은 187.6V로 약 50V의 동작 마진이 얻어졌다.

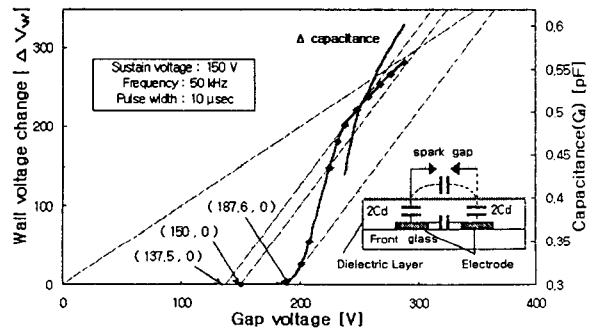


그림 7. 50kHz에서의 전압전달곡선 및 용량변화

셀에서 전압 전달이 일어나고 있을 때, 방전에 관여한 유전체의 용량 변화는 공간 전압이 증가할수록 증가하는데, 방전이 완료시의 한 셀당 유전체 용량( $C_d$ )는 0.6pF이다. 이 용량의 변화는 방전 전극상에 덮여 있는 유전체와 비선형 특성을 가지는 방전 공간상의 용량에 의해 나타나는 것으로 전극상의 방전의 퍼짐이나 이 퍼짐에 의해 내부 전하 분포가 바뀌게 됨에 따라 나타나며, 또한 방전의 세기에도 의존한다.

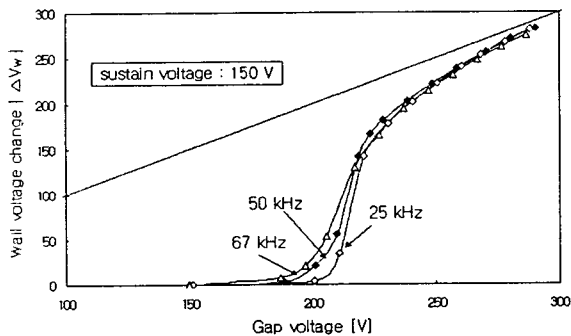


그림 8. 유지펄스 주파수에 따른 전압전달곡선

그림 8은 유지 전압을 150V로 해서 유지 펄스의 주파수를 가변시켰을 때의 전압 전달 곡선이다.

67kHz의 전달 곡선과 50kHz의 전달 곡선은 유사하지만, 25kHz의 전달 곡선은 방전 공간 전압 하위 영역에서 차이를 보인다. 그리고 주파수가 증가할수록 최소 방전 유지 전압과 방전 개시 전압이 감소함을 알 수 있다. 그러나 주파수가 너무 높으면 방전 개시 전압은 낮아지지만 방전이 완전히 종료 전에 다음 방전으로의 이행이 일어나 정상적인 전압 전달이 일어나지 않게 된다.

방전 공간의 상위 영역에서는 전압 전달 곡선이 주파수에 무관하게 거의 일정함을 알 수 있다. 이는 방전에 의해 벽전압이 거의 다 확립되고 이후 방전까지 벽전하의 소실이 없음을 나타낸다. 따라서 25kHz에서 67kHz 영역의 주파수대에서는 벽전압의 변화량이나 메모리 마진 등은 주파수와 무관함을 알 수 있다.

그림 9는 유지 펄스의 주파수를 가변시켰을 때 방전에 관여한 유전체의 용량 변화를 나타낸다. 주파수가 낮을수록 방전공간전압의 하위 영역에서 용량의 변화량이 커짐을 알 수 있다. 이는 방전시 발생하는 공간상의 priming 입자와 셀 내부의 전하 분포에 기인하는 것으로, 이 priming 상태 변화가 공간 및 전극상의 유전체상의 용량에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그리고 방전이 완료되고, 벽전압이 거의 다 확립되는 방전 공간 전압의 상위 영역에서는 용량 값이 주파수에 관계없이 거의 일정하게 된다.

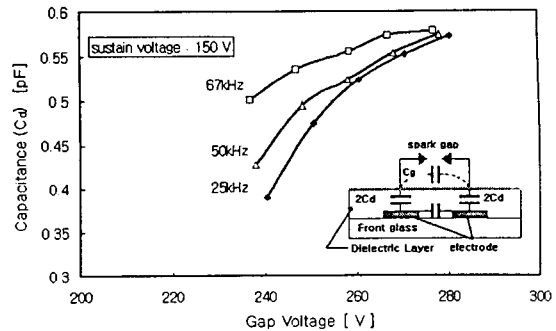


그림 9. 유지펄스 주파수에 따른 용량변화

#### 4. 결론

본 논문에서는 패널의 유전체 용량을 매개로 하지 않고서 전압 전달 곡선을 구하고, 주파수 특성을 해석하였다.

전압 전달 곡선에서 방전 공간 전압의 상위 영역에서는 주파수에 관계없이 거의 일정하였고, 하위 영역에서 방전 개시 전압이 주파수가 증가함에 따라 감소하는 특성을 보였다.

그리고 각각의 공간 전압하에서의 방전 전류를 검출해 적분함으로써 얻은 방전 전하량으로 방전시 셀 내부에 발생하는 유전체의 용량 변화를 실험적으로 측정할 수 있었다. 방전이 완료된 방전공간전압의 상위영역에서 유전체의 용량 변화는 주파수와 관계없이 거의 일정하였다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] E.S.Schlig, G.R.Stilwell "Characterization of Voltage and Charge Transfer in AC Gas Discharge Displays. IBM. j. RES. develop Vol.22 No.6 November 1978
- [2] Sung-Hyun Lee, Dong-Hyun Kim, Chung-Hoo Park "A Study on the Some Discharge Characteristics of Surface Discharge AC PDPs by the Wall Voltage Transfer Curve" Thesis for a master's degree, Pusan national university, February, 1999
- [3] H Gene Slottow, "The Voltage Transfer Curve and Stability Criteria in the theory of the Ac Plasma Display", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED 24, No7, 1997
- [4] L.F. Weber "A Real Time Curve Tracer for the AC Plasma Display Panel" IEEE Trans on Electron Devices, Vol. ED 26 No8 August 1979