

ac-PDP의 전압전달특성에 미치는 방전가스의 영향

손진부, 이성현, 김동현, 김영대, 조정수, 박정후
부산대학교 전기공학과

The effects of discharge gases in the voltage transfer curve of ac-PDP

J.B. Son, S.H. Lee, D.H. Kim, Y.D. Kim, J.S. Cho, J.H. Park
Dept. of Electrical Engineering, Pusan National University

Abstract - The ac plasma display panel(PDP) is a flat light-emitting gas discharge device. Discharge gases directly take effects to the discharge phenomena of ac PDP. Therefore it is necessary to understand the characteristics of the discharge gases. In this paper, we have studied the effects of discharge gases by voltage transfer curves which show the discharge characteristics of ac PDP and the change of the effective wall capacitance during a discharge which depends on lateral spreading of charge distribution and the strength of discharge. As gas pressure increases, memory margins increases, and the firing voltage of a mixed gas is lower than that of a single gas such as He gas. The minimum sustain voltage and the maximum sustain voltage or firing voltage increases with decrease in the frequency. The effective wall capacitance increases as the discharge strength that is, the gap voltage between discharge electrodes increases.

통하여 주파수에 따른 방전특성과, 가스 종류 및 압력을 변화하여 방전특성을 고찰하였다. 그리고 방전시 나타나는 방전 전극상의 유전체의 용량변화를 연구하였다.

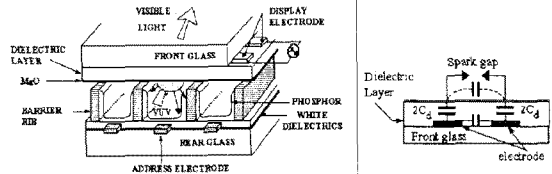


그림 1. ac-PDP의 개략도 및 등가 회로

2. 실험 장치 및 실험 방법

그림 2는 실험 장치 구성도를 나타낸다. 실험 장치는 펄스 전압을 발생시키는 전원부와 이 전원부를 제어하기 위한 제어부, 전압·전류를 검출하기 위한 검출부, 그리고 패널의 가스 압력 및 종류를 변화시키기 위한 진공 장치의 4부분으로 구성되어 있다.

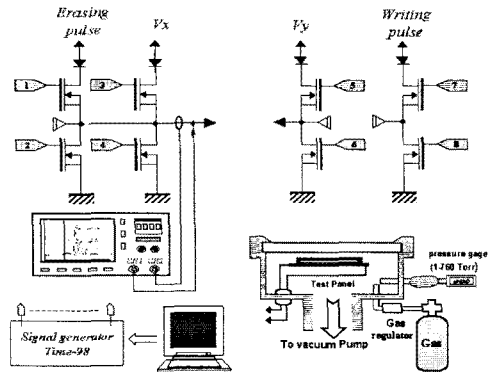


그림 2. 실험 장치의 구성도

1. 서 론

디지털TV 방송시대가 열리면서 대화면으로 표시할 수 있는 디스플레이의 요구가 높아지고 있다. 이것은 디지털 방송의 장점을 충분히 살리면서 만족감을 갖기 위해서는 최소한 40인치 이상의 대형 디스플레이가 필요하기 때문이다. 따라서 CRT(Cathode Ray Tube)와 LCD (Liquid Crystal Display)의 취약점인 디스플레이의 대형화에 장점을 갖고 있는 PDP(Plasma Display Panel)가 가장 유리하다. 현재 PDP는 아날로그방송 및 장차 HDTV용 디스플레이 장치로서 상품화가 진행되고 있다. 그러나 아직 소비전력과 가격부분의 문제를 해결해야 하는 중요한 과제를 안고 있다.

그림 1은 ac-PDP의 개략도를 나타낸다. 전면유리와 배면유리 및 그 사이의 격벽에 의해 밀폐된 유리 사이에 방전 가스를 넣고 전면유리의 유전전극 사이에 방전을 일으켜, 이때 생성된 자외선이 형광체를 여기시켜 가시광을 발광한다. 이 가시광으로 문자나 화상을 표시하게 된다. 그런데 이 문자나 화상을 정확하게 표시하기 위해서는 셀 내부의 방전특성을 이해하는 것이 요구되어진다. ac-PDP에서는 방전전극이 유전체로 도포되어 있어서 방전시 생성된 하전입자들이 유전층 상에 축적되어 벽전하를 형성하고, 이 벽전하들이 셀 내부에 벽전압을 형성한다. 따라서 셀 내부의 방전특성은 방전공간에 인가된 전압에 대한 벽전압의 변화를 나타내는 전압전달곡선으로 이해할 수 있다. 또한 전압전달곡선은 PDP구동에 중요한 요소인 메모리 마진이나 쓰기 혹은 소거 전압 등의 최적화형설계 및 셀 구조에 의해 나타나는 방전특성 해석에 유용하게 사용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 ac-PDP에서의 전압전달특성을

펄스 전압을 발생시키기 위한 전원부는 소거전압을 발생시키기 위한 소거 전압 펄스 발생부와 셀을 정상유지 상태로 회복하기 위한 writing 펄스 전압 발생부, 유지 전압을 인가하는 유지 전압 펄스 발생부로 회로를 구성하였다. 제어부는 주파수 혹은 펄스 폭을 제어하기 위해서 전원부 내의 각각의 스위칭소자에 대해 제어 신호를 발생시킨다. 검출부는 디지털 오실로스코프를 이용하여 전압 및 전류를 검출한다. 그리고 진공장치는 패널 내부의 가스 압력 및 종류를 변화시키기 위하여 패널을 직경 12cm, 높이 17cm의 원통구조로 되어 있는 진공조 내부에 장치하고, 진공 펌프를 이용해 10⁻⁶까지 배기후, 가스를 주입하고, 압력변환기(Setra.co. Model 1280)와 디지털 디스플레이(GLA co. MD-1000)을 조합하여 진공도를 확인하였다.

실험에서 사용된 패널은 ITO 전극 폭이 340 μm, ITO 전극 간격이 60 μm이고 격벽 높이가 150 μm이

다. 그리고 실험에 사용된 셀 수는 104개이다. 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 writing 펄스 전압을 구하는 것으로써 앞의 섭동 결과로 생기는 벽전압 변화량(ΔV_w)을 구한다. 전압 전달 측정은 2과정으로 나누어진다.

첫번째는, 전압 전달 곡선상에 정상 상태의 동작점을 결정한다. 이 정상 상태의 동작점을 결정하기 위해서 먼저 완전 소거 전압인 V_{op} 와 완전 writing 전압인 V_{lp} 를 결정한다.

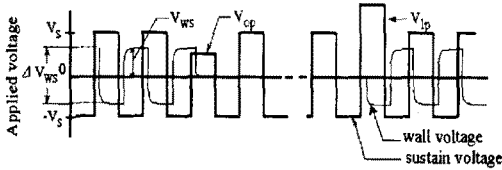


그림 3. 정상상태 동작점을 결정하기 위한 인가 파형

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 펄스에서 방전이 꺼짐으로 확인 할 수 있다.

완전 writing 전압 V_{lp} 는 V_{op} 에 의해 소거된 벽전압 크기만큼 다시 생성시키는 전압으로서 그 다음에 오는 sustain 펄스에서의 방전 전류를 적분하여 얻은 방전 전하량이 정상상태 일때의 방전 전하량과 같음으로 알 수 있다. 본 실험에서는 셀에서 동작점의 응답을 나타내는 지표로서 방전 전류를 적분하여 얻은 방전 전하량으로 선정하였다.

완전 소거 전압 펄스와 완전 writing 펄스는 각각 같은 크기의 전압을 전달하므로 다음 (1), (2)식에서 $|\Delta V_{ws}|$ 를 구할 수 있다.

$$V_{ws} + V_{op} = V_{lp} \quad (1)$$

$$|\Delta V_{ws}| = 2V_{ws} = 2(V_{lp} - V_{op}) \quad (2)$$

이때 방전공간 내부에 인가되는 전압은 외부 인가전압인 유지 전압과 셀 내부의 방전전극상의 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.

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

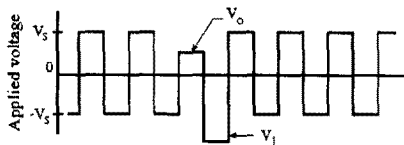


그림 4. 전압전달곡선 상의 좌표점을 결정하기 위한 파형

그림 4는 전달 곡선상의 나머지 점들을 결정하기 위해 사용된 파형이다. 파형의 반주기 동안 소거 섭동 전압을 인가하고 이어서 두 번째 반주기 동안 writing 전압을 인가한다. 이때 소거 섭동 전압 인가시의 셀 내부 공간전압은 정상 상태 벽전압 V_{ws} 와 소거 섭동 전압의 크기에 의해 결정되므로 식(5)와 같이 나타난다.

$$V_{go} = V_o + V_{ws} \quad (5)$$

각각의 소거 섭동 전압에 대응하는 벽전압 변화량 ΔV_w

는 소거 섭동 전압 V_o 에 의해 전달된 전압을 정확히 복구하는데 필요한 writing 펄스의 크기가 결정한다. 그리고 이 때, writing 펄스 다음의 유지 펄스에서의 방전 전하량은 정상 동작 상태의 방전 전하량과 일치하게 된다. 즉, 소거 섭동 전압 V_o 와 writing 펄스는 같은 크기의 전압을 전달하므로 식(6)과 같이 된다.

$$V_o + V_{ws} = -(V_l + \Delta V_w + V_{ws}) \quad (6)$$

공급 전압의 반주기마다 극성이 반전하므로 ΔV_w 는 소거 섭동 전압의 극성에 맞게 적절한 부호를 취해서 식 (6)을 다시 나타내면 식(7)이 된다.

$$|\Delta V_w| = |\Delta V_{ws}| - (|V_l| - V_o) \quad (7)$$

따라서 식(5), (7)로 전압 전달 곡선상의 나머지 좌표를 결정한다.

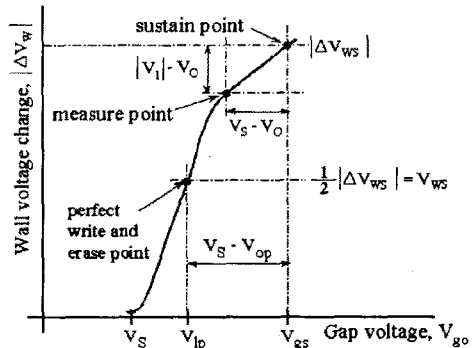


그림 5. 전압전달곡선을 구하는 방법에 관한 개략도

그리고 동일 공간 전압상의 방전전하량과 벽전압 변화량의 비를 이용해서 유전체의 용량을 구할 수 있다. 따라서 먼저 각 소거 섭동 펄스에 대한 방전 전류를 검출해서 적분함으로써 전하량 Q 를 구한다. 그리고 셀 내부의 동일한 공간 전압하에서의 벽전압 변화량 ΔV_w 를 앞에서 구한 전압 전달 곡선 상에서 구한다. 이렇게 구해진 Q 와 ΔV_w 를 아래 식(8)의 관계를 통해 벽전압 형성에 관여한 유전체의 용량(C_d)을 구할 수 있다.

$$C_d = \frac{Q}{\Delta V_w} \quad (8)$$

3. 실험 결과 및 고찰

그림 6은 동작가스 He+Ne (30%) +Xe (4%) 400Torr에서 유지전압을 150V로 인가하고, 유지 펄스의 주파수를 가변 시켰을 때의 전압전달곡선이다. 방전공간전압이 증가할수록 방전 강도가 강하게되므로 방전공간전압의 상위영역에서는 기울기 1인 직선에 근접하였다. 그리고 주파수가 증가할수록 최소 방전

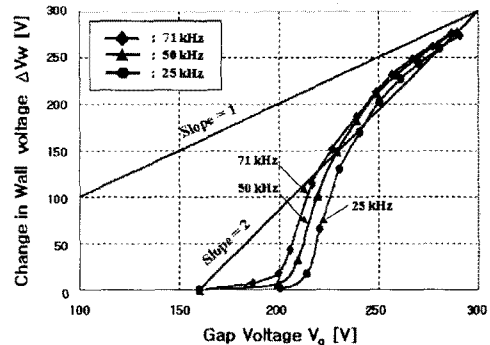


그림 6. 주파수에 따른 전압전달곡선

유지 전압과 방전개시전압이 감소함을 알 수 있었다. 따라서 실제 구동주파수와 유사한 25kHz에서 71kHz 까지의 주파수대에서는 벽전압 변화량이나 메모리 마진 등은 주파수와 무관함을 알 수 있다.

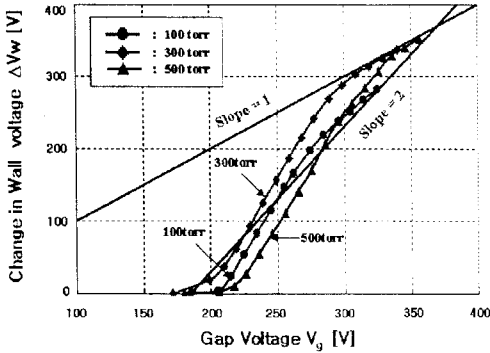


그림 7. 동작 가스 압력에 따른 전압전달곡선

그림 7은 He 단일 가스에서 기준 파형(유지전압 150V, 주파수 50kHz)을 인가한 경우, 압력에 따른 전압전달곡선을 나타내고 있다. 각 압력에 따른 전압 마진은 100Torr일 때 38V, 300Torr일 때 40.5V 그리고 500Torr일 때 52V가 얻어졌다. 압력이 증가할수록 전압마진이 증가함을 알 수 있었고, 300Torr일 경우 다른 압력에 비해서 저전압 구동이 가능함을 알 수 있었다.

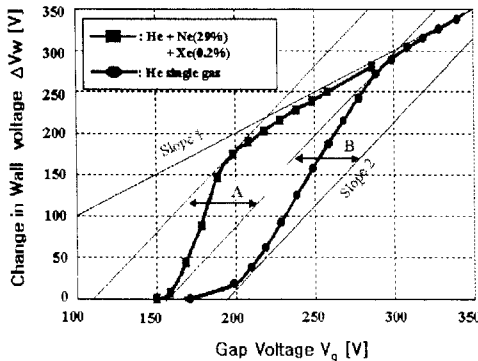


그림 8. 가스 종류에 따른 전압전달곡선

그림 8은 300Torr 압력과 기준 파형 하에서 He 단일가스와 He + Ne(29%) + Xe(0.2%)의 3원 가스에 대한 전압전달곡선을 나타내고 있다. 3원 가스의 전압마진은 42.25V였고, He 단일가스에서 전압마진은 40.5V였다. 3원 가스의 경우 패닝 효과에 의한 저전압 구동을 할 수 있었다.

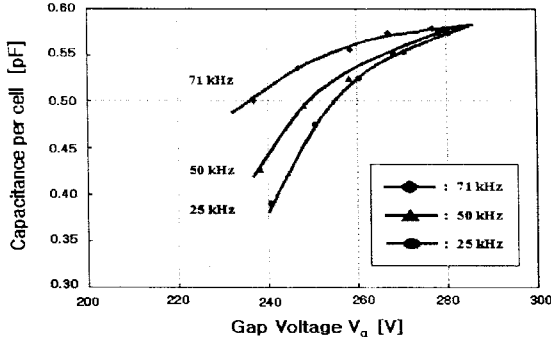


그림 9. 주파수에 따른 유효 정전용량의 변화

그림 9는 그림 6의 조건하에서 유지 필스의 주파수를 변화시켰을 때 벽전압에 기여하는 유효 정전용량변화를 나타낸다. 이 유전체의 용량변화는 일반적으로 방전공간 내에서 발생하는 방전 세기의 차이에서 기인한 것으로 알려지고 있다. [1] 주파수가 낮을수록 방전공간전압의 하위영역에서 용량의 변화량이 커짐을 알 수 있다. 이는 방전시 발생하는 공간상의 priming 입자와 셀 내부의 전하 분포에 의해 방전 세기의 변화가 크다는 것을 의미한다. 그러나 방전이 완료되고 벽전압이 거의 다 확립되는 방전공간전압의 상위영역에서는 용량값이 주파수에 관계없이 거의 일정하게 나타났다.

4. 결론

본 논문에서는 전압전달 측정시 패널의 유전체 용량을 매개로 하지 않았고, 방전의 상태를 나타내는 방전의 지표로서 방전전하량을 선정하였다. 유지필스의 주파수에 따른 전압전달특성에서 방전 공간 전압의 상위 영역에서는 주파수에 관계없이 거의 일정하였고, 하위 영역에서는 방전개시전압이 주파수가 증가함에 따라 감소하는 특성을 보였다. 또한 He 단일 가스일 때 압력에 증가에 따라서 전압 마진이 증가하였고, 3원 가스의 경우 He 단일 가스에 비해 저전압 구동이 가능하며 전압전달도 빠르게 이루어짐과 동시에 전압 마진도 높음을 알 수 있었다.

방전시 발생하는 방전 전하량과 이 방전 전하량이 형성하게 되는 벽전압을 구함으로써 유전체의 용량을 구할 수 있었다. 유전체의 용량은 방전시 공간상태 및 방전의 퍼짐이나 방전의 세기에 영향을 받는데, 방전 공간 전압의 하위 영역에서는 이 영향이 크게 작용하였고, 방전이 완료되고 벽전압이 거의 다 확립된 방전공간전압의 상위영역에서 유전체의 용량 변화는 주파수와 관계없이 거의 일정하였다.

(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, No.7, 1997
- [4] L.F. Weber "A Real Time Curve Tracer for the AC Plasma Display Panel" IEEE Trans on Electron Devices, Vol. ED 26 No.8 August 1979
- [5] Y. Hashimoto and K. Sahakita, "Characterization of AC-PDPs using Wall Voltage Transfer Curves", Proc. Fujitsu, Vol. 48, No.3, pp.203-208, 1998
- [6] L.F. Weber, K.W. Warren, G.S. Weikart, "Quantitative Wall Voltage Characteristics of AC Plasma Display", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED 33, No. 8, pp. 1159-1167, 1986
- [7] H. Gene Slottow, "Stability of Discharge Series in the Plasma Display Panel" IEEE Trans. on Electron Devices, Vol.ED-18, No. 9, September 1971