

Comb형 전극구조를 갖는 AC 플라즈마 디스플레이 패널의 방전특성

김동수 · 장지근 · 임성규 · 장호정
단국대학교 전자공학과

Discharge Properties of an AC Plasma Display Panel with Comb-Type Electrodes

Dong Soo Kim, Gee Keun Chang, Sung Kyoo Lim and Ho Jung Chang
Department of Electronics Engineering of Dankook University, Cheonan-city 330-714

(1998년 10월 1일 받음, 1998년 12월 19일 최종수정본 받음)

초 록 새롭게 설계한 comb형의 전극 구조를 갖는 AC-PDP (plasma display panel)를 스크린 인쇄방법으로 제작하여 방전 조건에 따른 방전셀의 전기, 광학적 특성을 조사하였다. PDP 셀내에 순수 Ne 가스와 Ne+Xe 혼합 가스를 공급한 후, 10 kHz의 구형파 전압을 인가한 결과 순수 Ne 가스의 경우 최소 방전 전압은 190 V를 나타내었고, Ne+Xe(1%) 혼합가스를 주입한 경우 방전 전압은 160 V로 낮아졌다. 또한, Comb형 전극 구조와 매트릭스(matrix)형 전극 구조를 갖는 셀에 대해 동일한 방전 조건에서 전압 특성을 비교한 결과 comb형 전극 셀에서의 방전전압이 매트릭스형 전극 셀에 비해 약 15 V까지 낮아짐을 알 수 있었다.

Abstract The newly designed AC-PDP(plasma display panel with comb-type electrode) structure was fabricated by using the screen printing method and the electrical and optical characteristics were measured under the various discharge conditions. The minimum firing voltages measured under pure Ne and Ne+Xe mixture gas with the application of 10 kHz square wave were 190 V and 160 V, respectively.

The firing voltages of the PDP cell with the comb-type electrode were compared with those of the cell with matrix electrode under the same discharge condition. The firing voltage of the PDP cell with comb-type electrode was 15 V lower than that of the PDP cell with conventional matrix electrodes.

1. 서 론

최근 고선명(High Definition) 텔레비전의 개발과 더불어 그에 적합한 박막형, 대형 표시 소자의 필요성이 대두되고 있다. 지금까지 대표적인 표시소자로서 사용되고있는 cathode ray tube(CRT)는 주사선 수가 늘어남에 따라 그 부피가 커져 40인치 이상의 고선명 TV 표시 소자로서는 부적합한 것으로 인식되고 있다.¹⁾ 따라서 최근에는 CRT를 대체할 수 있는 새로운 평판 정보표시장치로서 plasma display panel(PDP)에 많은 관심이 집중되고 있다.^{2,3)}

PDP는 페닝(Penning) 가스를 방전 현상에 이용한 평판 표시장치로서 비교적 높은 기압(100Torr 이상)의 네온 또는 헬륨 가스 등을 좁은 방전셀 공간에 주입한 후 유전체로서 피복된 전극사이에 전압을 인가하여 가스방전에 의한 발광 현상을 이용한 표시장치이다. 이러한 PDP는 크게 AC형과 DC형^{4,5)}의 2종류로 분류되고 있으며, 고선명 TV용 표시장치로 사용하기 위해서는 고효율, 고휘도, 저전압 구동 및 긴 수명등의 특성을 가지도록 구성재료 및 셀 구조개선 등이 필요하며 이에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히 좁은 영역에서의 기체방전 해석, 새로운 패널구조 연구, 전극과 유전체 및 형광체 재료개발 그리고 새로운 구동방식의 연구 등이 일본, 미국 및 한국을 중심으로 활발히 진행되고 있다.^{6~8)} 본 논문에서는 새로운 comb형 전극구조를 가지

는 대향형(double substrate) PDP 셀을 설계, 제작하여 인가전압 및 방전가스 조성이 방전 개시전압에 미치는 영향을 조사하였으며, 이를 매트릭스형 전극구조를 가지는 셀과 방전특성 변화를 비교, 고찰하였다.

2. 실험 방법

PDP 패널의 제작은 대부분 스크린 후막 인쇄공정에 의하여 제작하였다. 상·하부 패널은 일반 소다라임(sodalime) 글라스를 사용하였다. 가스방전을 위한 상·하부 전극은 도전성이 좋은 Ag 페이스트(paste)를 사용하여 스크린 방법으로 1회 인쇄하였다.

표시 셀과 셀 사이의 혼신(cross talk)을 방지하기 위한 격벽(barrier rib)은 흑색의 유전체 글라스 페이스트를 사용하여 10회 반복 인쇄하였다. 전극보호를 위한 유전체는 투명한 유전체 페이스트를 사용하여 역시 스크린 인쇄법으로 1회 도포하였다. 형광체는 적색(Y,Ga)BO₃:Eu, 녹색 ZnSiO₄:Mn, 청색 BaMgAl₂O₃:Eu 형광체를 사용하여 약 12 μ m 두께로 격벽사이로 각각의 형광체를 1회씩 인쇄하였다. 그림 1에는 본 연구에서 채택한 PDP 패널의 제작 공정도를 보여주고 있다. 기관위에 인쇄된 전극 및 형광체 페이스트의 소성은 550 $^{\circ}$ C 온도로 공기중에서 행하였다. 제작된 패널의 셀 크기는 1.2 \times 0.4 mm, 그리고 셀 높이는 약 100 μ m이다. 제작된 상·하부 패널에 대해 흑색의 유전체

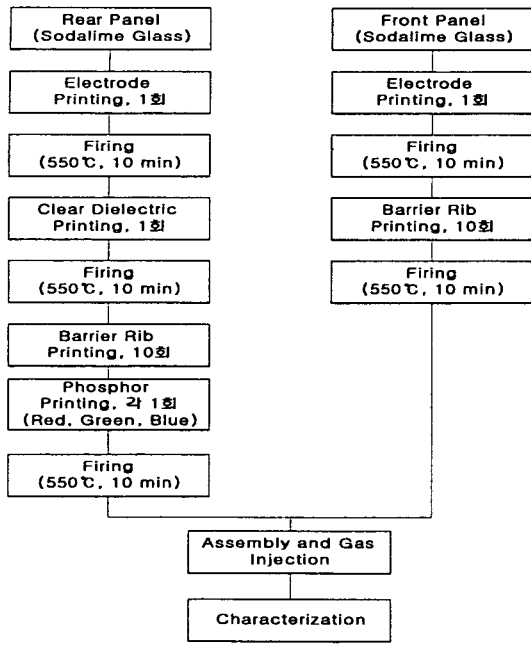


Fig. 1. The flow chart of the PDP panel manufacturing.

페이스트로 봉인하여 약 1 mm의 석영관을 기판패널 공간에 삽입하여 방전가스를 주입하였다. 이때 사용된 방전가스로는 순수 Ne 가스와 Ne+Xe 및 Ne+He+Xe의 혼합가스를 각각 사용하였다. 주입된 방전가스의 압력은 100~500 mbar의 범위로 변화시켜 주입하였다.^{9,10)} 그림 2에서는 본 연구에서 제작된 comb형과 매트릭스형 전극구조를 가지는 PDP 셀구조의 단면도를 각각 보여주고 있다. 이 방전셀 구조는 양극과 음극이 교차되는 부분에서 방전이 일어나는 일반 매트릭스형 전극구조와 달리 하나의 전극에 또 다른 전극이 양날개모 펼쳐져 있는 형태로 전면기판에 투명 전극이 필요없으며 개구율(aperture ratio)을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

제작된 comb형 구조의 방전셀에 대해 가스종류 및 압력에 따른 발광특성을 측정하기 위하여 그림 3에서 보여주는 측정 시스템을 이용하였다. 우측에 보여주는 장치를 통해

셀 공간내를 고진공(약 10^{-6} torr)으로 만든 후 가스를 주입시켜 좌측에 보여주는 전원 공급장치를 통해 방전특성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가스압력 범위를 50~900 mbar로 변화시키면서 330 V까지 전압을 인가한 후 방전특성을 조사하였다.

그림 4는 comb형 전극구조의 PDP 셀에서 순수 Ne가스와 Ne+Xe(1%) 혼합가스에 있어서 가스압력에 따른 방전전압의 변화를 보여주고 있다. 순수 Ne 가스를 주입한 경우 300 mbar 압력에서 최소 방전전압은 약 190 V를 나타내었으나 동일한 압력에서 Ne+Xe(1%) 혼합가스를 주입한 경우 방전전압은 약 160 V의 값을 나타내어 30 V 정도 방전전압이 감소하였다. 이러한 결과는 혼합가스의 경우 준안정상태의 Ne 이온(이온화 에너지: 약 21.57 eV)이 이온화 에너지가 보다 작은 Xe 가스(이온화 에너지: 약 12.13 eV)를 쉽게 이온화하여 나타난 페닝효과(penning effect)²⁾에 기인한다.

그림 5는 He의 주입량을 20%, 30%, 40%로 변화시켜 Ne+He+Xe의 조성이 서로 다른 3종류의 혼합가스를 comb형 전극구조의 PDP 셀에 주입하였을 때 가스압력에 따른 방전 개시전압의 변화를 보여주고 있다. 모든 가스 혼합비율에서 전형적인 파셴곡선(Paschen curve)⁴⁾을 나타내었으며, 400 mbar의 가스압력에서 최소 방전전압을 나타내었다. 압력이 낮아질 경우 방전전압이 증가하는 것은 방전공간에서 기체가스의 이온화 충돌율(impact ionization rate)이 감소하여 방전전압의 증가를 가져온 것으로 판단된다. 또한 압력이 증가할 경우 방전 전압이 증가하는 것은 기체 분자의 밀도가 커지므로 전자가 이온화를 일으킬 만한 충분한 에너지를 얻을 수 없기 때문이라 사료된다.⁵⁾ Ne : He : Xe = 68 : 30 : 2 비율의 혼합가스의 경우 400 mbar 가스압력에서 약 190V의 최소 방전전압을 얻을 수 있었다.

그림 6은 동일한 셀구조에 대해 400mbar의 가스압력 및 방전 개시전압에서 조성이 다른 여러가지의 혼합가스에 대

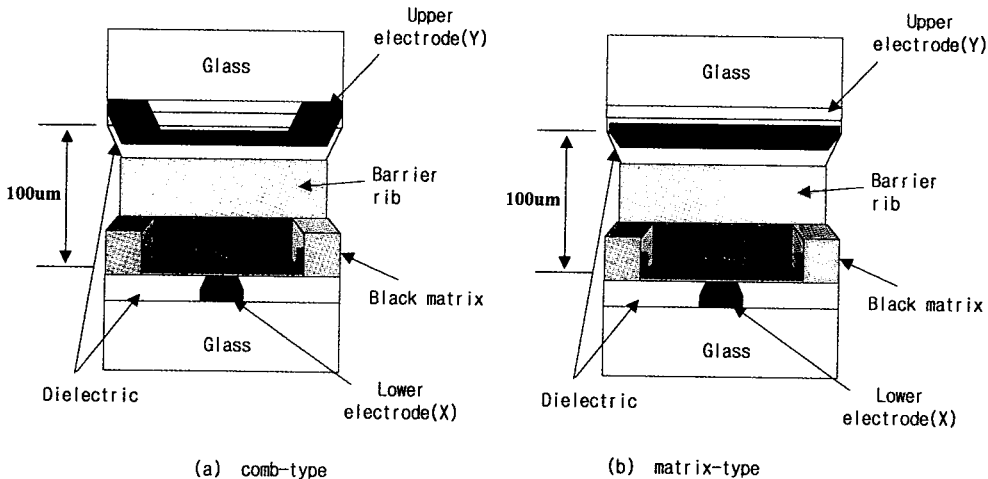


Fig. 2. The cross-sectional view of the PDP cell structures with the (a) comb-type and (b) matrix type electrodes.

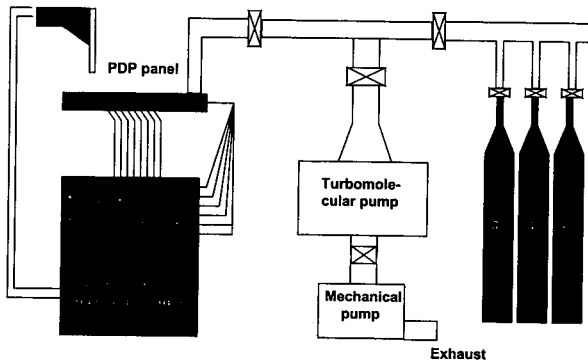


Fig. 3. The measurement system of the PDP panel.

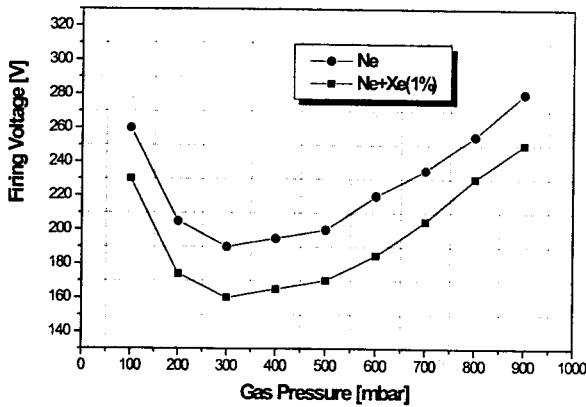


Fig. 4. The firing voltages of the comb type electrode cell as a function of the gas pressure in pure Ne and Ne+Xe(1%) gas mixture.

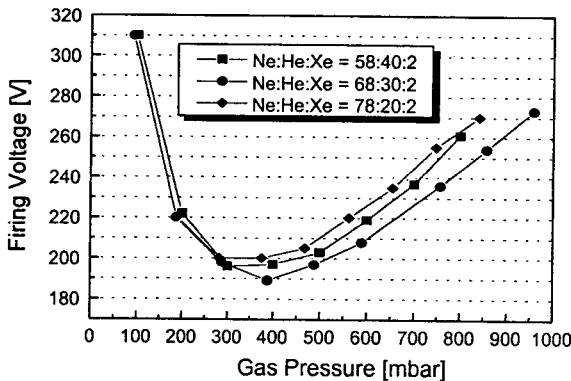


Fig. 5. The firing voltages of the comb type electrode cells for the various gas mixture (Ne+He+Xe) as a function of gas pressure.

해 입력 주파수에 따른 상대 발광휘도의 변화를 보여주고 있다. 가스 혼합비율에 관계없이 주파수가 증가함에 따라 상대휘도가 거의 직선적으로 증가하는 경향을 보여주고 있으며, Ne : He : Xe = 78 : 20 : 2 혼합가스의 경우 입력 주파수가 10 kHz에서 80 kHz로 증가함에 따라 상대발광 휘도는 약 0.2에서 1.0으로 5배 정도 증가하였다. 이러한 결과는 주파수 증가에 따라 방전셀의 동작주기(duty cycle)가 증가됨으로서 나타난 결과이다. 또한 동일한 주파수에서 방전시킨 경우 Ne : He : Xe = 78 : 20 : 2의 혼합

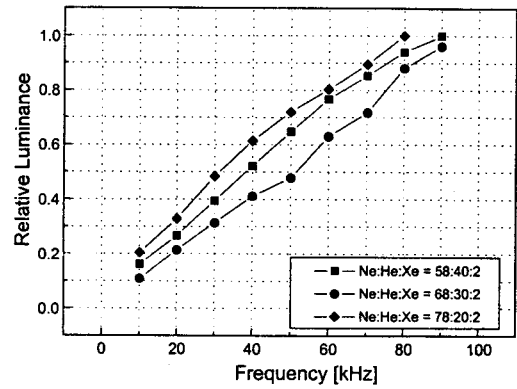


Fig. 6. Relative photoluminance of the comb type electrode cells for the various gas mixtures as a function of input frequency.

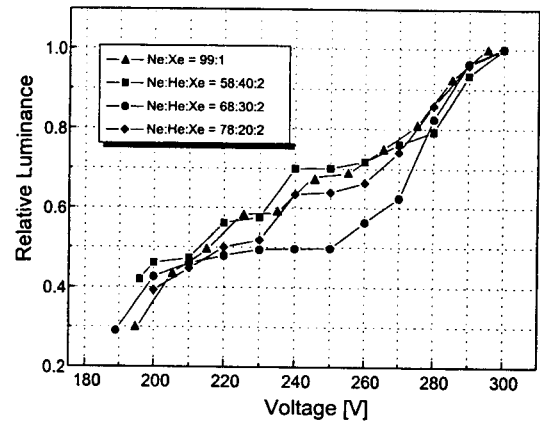


Fig. 7. Relative photoluminance of the comb type cells for the various gas mixtures as a function of firing voltage. (gas pressure: 300mbar)

가스 비율에서 최대의 상대 발광휘도를 나타내었다. 이 결과는 그림 5에서 보여주는 바와 같이 Ne : He : Xe = 78 : 20 : 2의 가스조성에서 가장 높은 방전 개시전압을 나타내어 동일한 가스압력에서 더욱 양호한 발광특성을 얻을 수 있기 때문이다.

그림 7은 comb형 전극구조의 cell의 경우에 있어서 300 mbar의 가스압력하에서 여러가지 가스조성에 대해 인가전압에 따른 방전셀의 상대 발광휘도 특성을 보여주고 있다. 전압에 따른 상대 발광휘도의 변화는 주입가스의 종류에 관계없이 방전전압이 증가함에 따라 발광휘도가 증가하는 경향을 보여주고 있다.

본 연구에서 고안된 새로운 comb형 전극구조와 기존의 매트릭스형 전극구조를 갖는 방전셀에 대해 방전특성을 비교, 분석하기 위해 동일한 셀피치와 높이를 갖는 두 종류의 방전셀을 제작하여 순수 Ne가스를 주입하여 방전특성을 비교하였다.

그림 8은 순수 Ne 가스를 PDP 셀에 주입한 경우 comb형 전극구조와 매트릭스형 전극구조의 셀에 대해 가스압력에 따른 방전전압의 변화를 보여주고 있다. Comb형 전극구조의 경우 가장 낮은 방전개시 전압은 300 mbar 가스

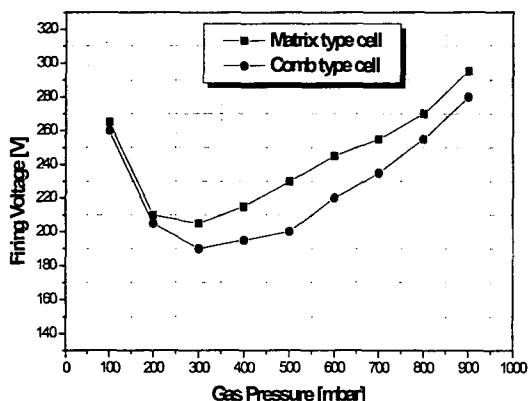


Fig. 8. The Firing voltages of the comb type and matrix type electrode cells as a function of gas pressure. (discharge gas: pure Ne)

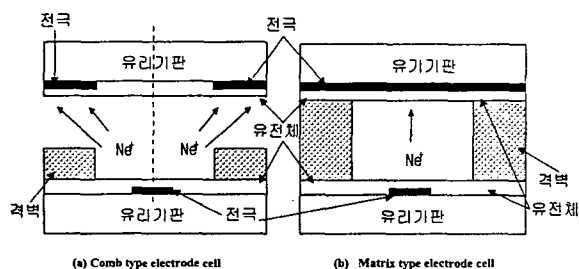


Fig. 9. Cross-sectional view of the (a) comb type and (b) matrix type electrode cells showing Ne ion reaction in the cell cavity.

압력하에서 190 V를 얻을 수 있었다. 반면 매트릭스형 전극구조의 경우 동일한 가스압력에서 방전개시 전압은 205 V로 나타났다. 본 연구에서 고안된 comb형 구조의 방전셀이 전체 가스압력 범위에서 방전 개시전압이 약 15 V 까지 낮아짐을 확인할 수 있었다. 이러한 결과에 대해 현재로서 그 원인을 정확히 밝힐 수는 없으나, 전극의 구조에 따라 가스방전의 모양이 달라져서 기체 충돌 이온화계수와 2차전자 방출계수¹¹⁾에 그 영향을 미쳤기 때문으로 사료된다. 본 연구에서 제작된 (a) comb형 전극구조의 셀과 (b) 매트릭스 전극 구조로 된 두 종류의 방전 셀에 대한 단면구조와 셀 공간에서의 예상되는 Ne 이온의 반응과정을 그림 9에서 개략적으로 나타내었다.

결국, 본 실험에서 제작된 comb형 전극구조의 PDP 패널의 특징은 투명전극(ITO)의 도포없이 개구율을 향상시킬 수 있으며 보다 효율적으로 2차전자 방출이 가능하여 방전전압을 낮출 수 있는 새로운 방전셀 구조임을 제시하고 있다.

4. 결 론

새롭게 설계한 comb형 전극구조의 PDP 셀을 제작하여 방전가스 종류 및 압력에 따른 광학적 특성을 조사하였으며, 일반적인 매트릭스형 전극구조를 갖는 PDP 셀과 방전 전압 특성을 비교하였다. 10 kHz의 구형파 전압을 300 V 까지 인가한 결과, 순수 Ne 가스와 Ne : Xe = 99 : 1, Ne : He : Xe = 68 : 30 : 2의 조성을 갖는 혼합가스를 각

각 주입하였을 때의 방전 전압은 순수 Ne 가스의 경우 190 V, Ne+Xe[1%] 혼합가스에서는 160 V 그리고 Ne+He+Xe 혼합가스에서는 190 V의 최소 방전전압을 각각 얻을 수 있었다. 또한 Ne+Xe 혼합가스를 주입하였을 경우 comb형 전극 구조를 갖는 PDP 셀의 방전 전압은 일반적인 매트릭스형의 전극구조를 갖는 셀에 비하여 약 15 V의 낮은 방전개시전압 값을 나타내었다.

본 실험에서 제작된 comb형 전극구조의 PDP 패널은 매트릭스형 전극구조에 비해 방전 개시전압을 낮출 수 있는 새로운 방전셀 구조임을 확인하였다.

감사의 글

이 연구는 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

참 고 문 헌

1. P.S.Friedman, R.A.Stoller, D.K.Wedding, A Analysis of Large-area HDTV Display Technology : CRT, LCD, and PDP, Proceedings of the SID, **32**, (2), 99~104 (1991)
2. Lawrence E. Tannas, Jr., LARRY F. WEBER, University of Illinois, *Flat Panel Displays and CRTs*, Van Nostrand Reinhold Co.,New York, pp.332~339 (1985)
3. J.I.Pankove, *Display Devices*, pp.91~95 (1980)
4. 강원호, 조태환, 장호정, 전자 디스플레이, 성안당, pp.83-100 (1998)
5. Lawrence E. Tannas, Jr., LARRY F. WEBER, University of Illinois, *Flat Panel Displays and CRTs*, Van Nostrand Reinhold Co.,New York, pp.347~350 (1985)
6. D.L. Bitzer and H.G.Slottow, The plasma display panel-A digitally addressable display with inherent memory, Fall Joint Computer Conference, AFIPS, Conf.Proc., pp.541 (1966)
7. M. Makino, T.Yoshioka, M.Ueoka and T. Saito, Non-uniform electric field influence on Firing voltage of surface discharge AC-PDPs, proc. of IDW'96, **2**, pp.259-262 (1996)
8. K.Amemiya and T.Nishio, Improvement of contrast ratio in co-planar structured AC-plasma display panels by confined discharge near the electrode gap, proc. of IDW'97, pp.523-526 (1997)
9. J.I.Pankove, *Display Devices*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp.101-105 (1980)
10. A.Yano, I.Inomata, T.Iwakawa, Plasma Display, NEC(Nippon Electric Co.), Res, Devel. **30**, pp.54-63 (1973)
11. S.Matsumoto, *Electronic Display Devices*, John Willey & Sons, pp.136-140 (1990)