

AC PDP의 고농도 Xe %실현에 대한 새로운 전극구조에 관한 연구

*김근호 *이돈규 *이영권 *허정은 *김동현 *이호준 *박정후
*부산대학교 전기공학과

A Study on the New Electrode Structure for the high density Xe realization of AC PDP

*G. H. Kim *D. K. Lee *Y. K. Lee *J. E. Heo *D. H. Kim *H. J. Lee *C. H. Park
*Pusan National University Electric Department

Abstract - Up to now, one of the most serious problems in AC PDP is low luminous efficiency. One possible candidate for solving such problem is using high density Xe. But an increase of the Xe percentage cause rising of the driving voltage and so even if brightness is being increased, luminous efficiency is decreased. In this study, to solve this problem, we proposed new electrode structure. A test panel fabricated using new electrode shows an improvement of efficiency by 25% and a lowering of sustain voltage by 20% compared with the conventioned structure.

1. 서 론

칼라 텔레비전의 보급이 급속히 증가되고 있던 1970년대에 산업분야나 가정에서 사용되는 유일한 표시소자는 음극선관(CRTs, Cathode ray tube)이었다. 또한, 액정을 디스플레이 소자로 사용하기 위한 연구가 시작되고 있었다. 그러나, 1990년대에 들어서면서, 디스플레이 산업은 반도체 산업과 함께 규모나 기술의 다양성 면에서 급격한 발전을 이루어 왔다. 집적회로의 발전은 휴대용 계산기, 전자시계, 개인용 컴퓨터 등에 사용되는 발광 다이오드(LED, Light emitting diode), 액정 디스플레이(LCD, Liquid crystal display), 음극선관, 진공발광 디스플레이(VFD, Vacuum fluorescent display), 유기발광 디스플레이(EL, Electroluminescent panel), 플라즈마 디스플레이 패널(PDP, Plasma display panel)과 같은 디스플레이 소자들의 개발을 이끌어 왔다.[1-2]

본 연구에서는 플라즈마 디스플레이의 여러 가지 문제점 중 휘도의 향상과 발광효율의 향상을 위하여 기존에 사용되고 있는 전극구조와는 다른 새로운 전극구조를 제안하여 고농도의 Xe%를 실현하고자 하였다. 본 실험에서 제안한 전극구조는 그림3에서 나타나 있는 것처럼 고농도의 Xe%에서 낮은 방전전압을 가지기 위해서 gap의 길이를 변화시켰다. 따라서, 고농도 Xe%를 이용하여 휘도를 증가시킴으로서 방전효율을 증가시키고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

그림 1은 AC PDP 단위 방전셀의 개략도를 나타내고 있다. AC PDP는 3mm 두께의 2장의 유리로 구성되어 있고, 이 중 상판에는 ITO (Indium Tin Oxide) 및 Ag로 이루어진 방전유지전극이 있고, printing 법에 의해 형성된 SiO₂-PbO 계열의 유전체가 유지전극을 덮고 있으며, 유전체 보호층인 MgO 박막이 E-Beam evaporator 기법에 의해 유전층 상에 증착되어 있다. 그리고, 하판에는 방전을 제어하기 위한 Ag의 어드레스 전극과 표면방전에서 발생하는 진공자외선(VUV, vacuum ultra violet)을 가시광으로 변환하는 R, G, B 삼원색의 형광체가 도포되어 있으며, 인접 셀과의 구분을 위하여 sandblaster 기법에 의한 격벽이 형성되어 있다. 그림2와 그림 3은 본 실험에서 실험하기 위하여 제작된 상판의 ITO전극의 모양을 나타내고 있다. 그림 2는 기존의 standard panel에서 쓰이는 stripe구조의 ITO전극을 나타내고 있고, 그림 3은 이번 실험에서 고농도의 Xe%를 실현시키기 위하여 새로이 제작된 전극을 나타내고 있다. 이 전극은 Xe%의 증가에 따른 방전전압의 상승을 낮추기 위하여 방전gap을 가장 가까운 부분이 30um가 되게 하고, gap이 60um까지 증가되게 설계를 하였다. 표 1은 test panel의 사양을 보여 주고 있다. 시료 A와 시료 B의 specification은 상판 ITO전극을 제외하고 모든 조건을 같게 설계를 하였고, 형광체는 Green 형광체만을 사용하였다. test panel에 봉입된 gas는 He(33%)+Ne(57%)+Xe(10%) 400Torr를 사용하였고, 350℃ 고온배기를 하여 sealing을 하였다. 그림 4는 실험장치의 개략도를 나타내고 있다. X,Y,Z Driving Circuit와 Power Supply 및 signal generator time 98로부터 ADS(Address Display Separate)파형을 구현하고, 그 파형을 test panel에 인가하여 panel을 구동하였다. 또한, 휘도계를 이용하여 panel의 휘도를 측정하여 발광효율 및 contrast ratio를 계산하였다. 그림 5는 인가파형의 개략도를 나타내고 있다.

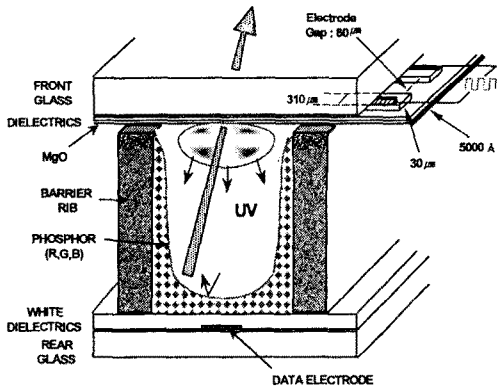


그림 1. AC PDP의 개략도

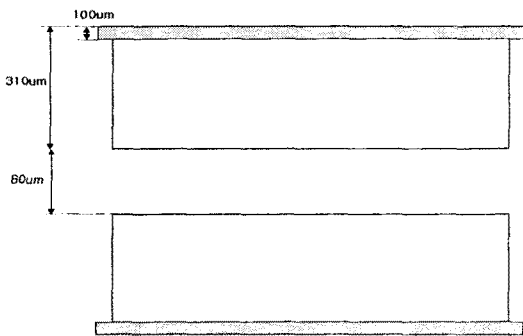


그림 2. ITO전극의 STANDARD (시료A)

| Gas | He(33%)+Ne(57%)+Xe(10%) 400Torr | | |
|-------------|---------------------------------|-------|---------|
| | | 시료 A | 시료 B |
| Front Glass | ITO gap | 60μm | 30-60μm |
| | ITO width | 310μm | 310μm |
| | Dielectric thickness | 30μm | 30μm |
| | MgO thickness | 5000Å | 5000Å |
| | Bus electrode width | 100μm | 100μm |
| Rear Glass | Bus electrode width | 100μm | 100μm |
| | white-back thickness | 15μm | 15μm |
| | Barrier height | 130μm | 130μm |
| | Phosphor thickness | 30μm | 30μm |

표 1. Test Panel Specification

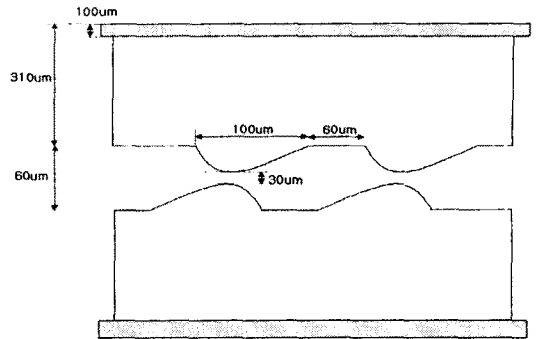


그림 3. 고농도 Xe%실험을 위해 새로이 제안된 ITO 전극구조 (시료B)

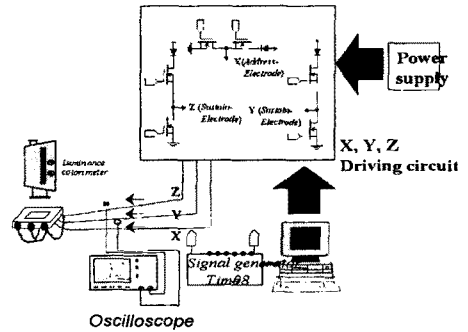


그림 4. 실험에 사용된 실험장치 개략도

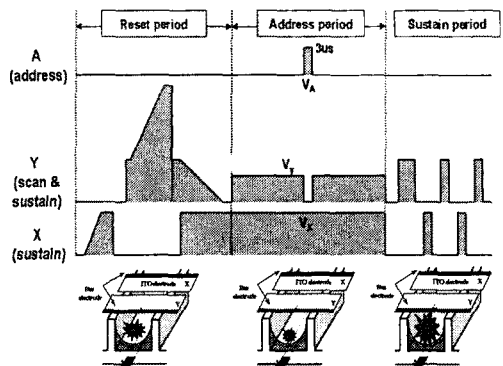


그림 5. 인가파형의 개략도

2.2 실험결과 및 실험고찰

본 실험에서는 상판 ITO전극만 다르게 하고 모든 조건을 똑같이 하여 test panel 두개를 제작하였다. 표 2는 두개의 test panel의 정적margin을 비교한 것이다. 표에서 나타나듯이 시료A의 firing voltage가 시료B에

비해 높다는 것을 알 수가 있다. 여기서 시료B는 방전 gap이 작기 때문에 self-erasing이 일어날 수 있다는 것을 예측해 볼 수가 있다. 하지만 V_{fmin} - V_{smax} 의 차이가 시료A와 비슷한 것에서 알 수 있듯이, self-erasing이 일어나는 걸 찾아볼 수가 없었다. 그림 6의 전류파형은 인가 pulse 하강부분에서 나타나는 변위전류 파형을 oscilloscope상에서 나타낸 것이다. 그림에서 점선으로 동그라미 쳐져있는 부분에서는 변위전류 성분만이 나타났을 뿐, self-erasing은 찾아볼 수가 없었다.

| | V_{fmax} | V_{fmin} | V_{smax} | V_{smin} |
|------|------------|------------|------------|------------|
| 시료 A | 240 | 220 | 159 | 140 |
| 시료 B | 183 | 163 | 128 | 120 |

표 2. TEST PANEL의 정적margin

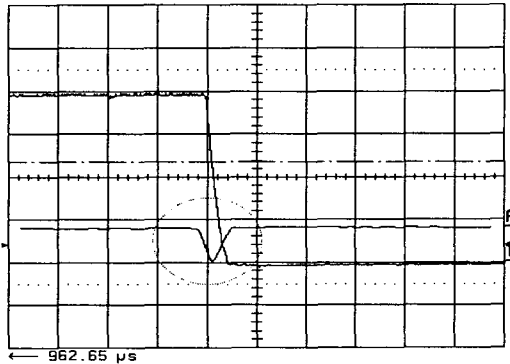


그림 6. 인가pulse 하강부 전류파형

위 정적margin값에서 V_{fmin} 과 V_{smax} 의 중간값을 사용하여 주파수 50kHz에서 시료 A,B의 발광효율을 계산하였고, 그 값이 표 3에 나타나있다. 발광효율은 아래의 식에 측정된 값들을 대입하여 구할 수가 있었다. [3] 아래의 표 3에서 알 수 있듯이, 시료 A에 비해 시료B의 발광효율은 약 25%정도 상승하였고, 같은 전압에서 휘도 또한 약 20%상승한 것을 알 수가 있었다. 하지만 방전gap의 감소에 따른 방전 전하량의 증가요소 때문에 낮은 전압과 높은 휘도에도 불구하고, 효율은 그렇게 많이 증가하지는 못하였다.

$$Powerconsumption = \frac{1}{T} \int_0^T i(t)v(t)dt$$

$$Luminousefficiency = \frac{\Pi \times B(cd/m^2) \times S(Cm^2)}{Powerconsumption(W)}$$

| | 전압 (V) | 주파수 (kHz) | 휘도 (cd/mm ²) | 전하량 (μVs) | 효율 |
|------|--------|-----------|--------------------------|-----------|-------|
| 시료 A | 185 | 50 | 1845 | 1.82 | 1.004 |
| 시료 B | 145 | 50 | 1484 | 2.38 | 1.261 |

표 3. TEST PANEL의 휘도 및 효율

그림7과 그림8은 시료A에 대한 Dynamic Margin을 타내고 있고, 그림 9와 그림 10은 시료 B에 대한 Dynamic Margin을 나타내고 있다. 이 그림들을 살펴보면 시료 A의 안정영역, 즉 색칠된 부분의 영역이 시료 B보다 넓은 것을 알 수가 있지만, 그러한 영역을 나타내는 전압값은 시료 B보다 높은 것을 알 수가 있다. 일반적으로 Dynamic Margin의 폭이 넓을수록 panel을 구하는데 있어서 유리하다고 알려져 있다. 즉, 이 그림들을 통해서 알 수 있듯이, 동적인 구동에 있어서는 시료 B가 시료 A보다는 조금 불리하다고 말할 수도 있겠지만, 그 차이는 아주 미세하게 나타나는걸 알 수가 있었다.

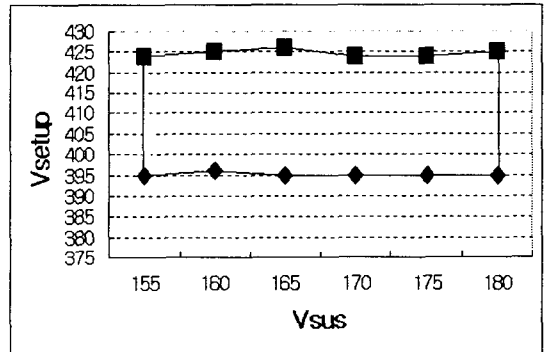


그림 7. 시료 A의 Vsus-Vsetup Dynamic Margin

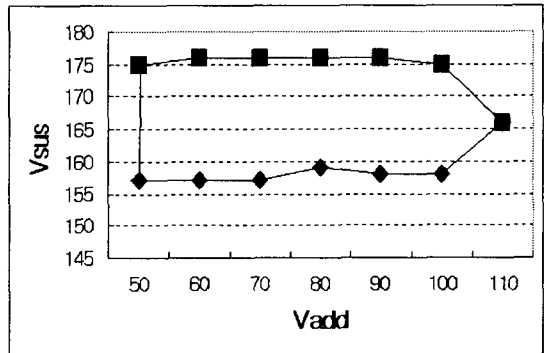


그림 8. 시료 A의 Vadd-Vsus Dynamic Margin

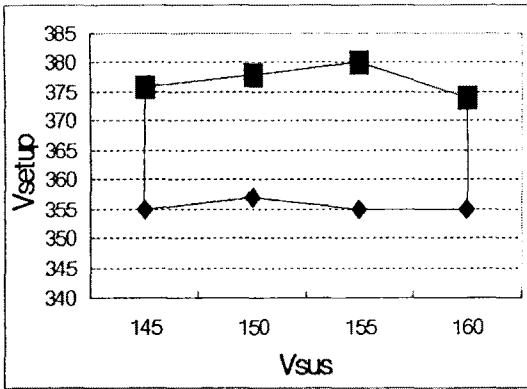


그림 9. 시료 B의 Vsus-Vsetup Dynamic Margin

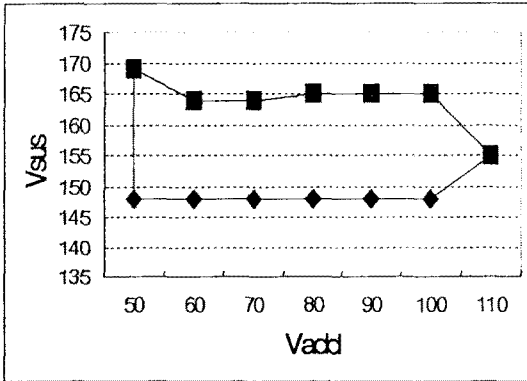


그림 10. 시료 B의 Vadd-Vsus Dynamic Margin

위 Dynamic Margin을 통하여 구동전압을 정한 후 Contrast Ratio를 구해보았는데 표 4에 나타나 있다. [4] 표 4에서 나온 값들은 Dynamic Margin을 통하여 안정영역에 포함되는 중간값들로 이루어져 있다. 표 5는 Contrast Ratio를 계산하여 두 시료를 비교해 보았다. 표 5에서 계산한 것처럼 Contrast Ratio는 두 시료가 큰 차이를 보이지는 않았다. 시료 A는 Vsus, Vsetup전압이 높음으로서 Display광이 많이 나왔지만 Background광이 상대적으로 많이 나왔다. Vsus전압과 Vsetup이 낮은 시료 B는 Display광은 적게 나왔지만 상대적으로 Background광이 적게 나왔기 때문에 시료 A보다 조금 높은 Contrast Ratio를 나타내었다.

| | Vsetup | Vblk | Vadd | Vsc | Vsus |
|------|--------|------|------|-----|------|
| 시료 A | 405 | 185 | 70 | 80 | 170 |
| 시료 B | 365 | 155 | 50 | 60 | 155 |

표 4. TEST PANEL의 구동전압

| | Display | Background | Contrast Ratio |
|------|---------|------------|----------------|
| 시료 A | 992 | 2.58 | 384.47 |
| 시료 B | 788 | 2.04 | 386.27 |

표 5. TEST PANEL의 Contrast Ratio

3. 결 론

지금까지 고농도 Xe(10%)에 대한 ITO standard전극과 새로이 제안한 ITO전극을 여러 가지 측면에서 비교해 보았다. PDP에서 Xe를 사용하는 이유는 방전시 강한 VUV를 방출하고, 그 VUV의 파장이 147nm, 173nm(Xe2)로 He(58.3nm)과 Ne(73.6nm)에 비해 길어서 형광체의 가시광 변환효율이 높으며, 가시광 방출이 거의 없으며, 화학적으로 안정하기 때문에 Xe를 쓰는 것이다. 하지만 Xe의 비율이 높아지면 그만큼 방전전압이 상승하므로 가장 적절한 안정점을 찾는 것이 중요한 것이다. 본 연구에서는 Xe 10%를 기준으로 발광효율, 정적margin, 동적margin, Contrast Ratio를 새로운 전극 구조를 내세워 전압을 낮추면서 효과를 보고자 하였다. 그 결과 발광효율 면에서는 25%정도의 효과를 가져왔고, 같은 전압 level에서 휘도가 20%정도 상승되는 효과를 가져왔으며 구동전압도 20(V)정도 낮아지는 효과를 가져왔다. 하지만, 동적margin과 Contrast Ratio 측면에서는 큰 효과를 가져오지 못했다. 하지만 본 연구에서는 현재 PDP에서 사용하고 있는 Xe 4~6%에서 Xe 10%로도 낮은 구동전압을 가질 수 있음을 제시하였다. 앞으로의 과제는 동적인 측면에서도 높은 효과를 가져올 수 있는 가장 안정된 Gas비를 찾는 것과 Xe%에 따른 효율의 변화를 찾는 것이 중요할 것이라 사료된다.

[참 고 문 헌]

1. Joseph A. Castellano, "Handbook of display technology," Academic press Inc., 1992
2. Lawrence E. Tannas, Jr et al, "Flat-panel Display Technology," NOYES PUBLICATIONS, 1995
3. 허민영 "Improvement of the luminance and luminous efficiency of ac PDP with the fence electrode". Thesis for a master's degree, Pusan National University, 2001
4. 문영섭 "A Study on relationships between Discharge cell size and Contrast Ratio in AC-PDP" Thesis for a master's degree, Pusan National University, 2001
5. J. E. Heo, Y. K. Kim, H. G. Park and C. H. Park, "The Optimum Phosphor Thickness to Obtain the Highest Luminance and Luminous Efficiency in ac PDP", *Journal of Information Display*, vol. 2, 2001