

새로운 전극구조를 가진 ac-PDP의 전기 광학적 특성에 관한 연구(1)

이우근, 신중홍\*<sup>u</sup>, 김준호, 김두한\*\*\*, 조정수, 박정후  
 부산대학교 전기공학과 \* 동의대학교 전기공학과 \*\* 남해전문대

The study on the electrical and optical characteristics of a new structure for color ac plasma displays

Woo-Geun Lee, Joong-Hong Shin\*<sup>u</sup>, Joon-Ho Kim, Doo-Han Kim\*\*, Jung-Soo Cho, Chung-Hoo Park  
 Dept. of Electrical Eng. Pusan National University  
 \* Dept. of Electrical Eng. Donggeui University \*\* Namhae College

**Abstract** - As a direct-view flat panel displays, there are many devices, such as plasma display panels(PDPs), vacuum fluorescent displays (VFDs), and light emitting diode(LED). Among these, a PDP is the first type of panel display to be made commercially available. A 'Plasma display' is the general term for a flat display utilizing the light emission that is produced by gas discharge. However, the brightness and Luminous efficiency are still not adequate for consumer television. So, the new sustain electrode type of ac PDP was proposed. By arranging the transparent electrode of quadrangle by zigzag, the area of electrode are reduced, and the length of electrode gap is increased. It generates a high luminous efficiency(corresponding to a 40% improvement of standard type), the same discharge voltage characteristics, and the low power consumption at same luminance.

를 나타내고 있다. ac PDP의 상판에는 방전을 유지하는 유지전극이 유전체와 유전체 보호층인 MgO 박막으로 도포되어 있다. 그리고, 하판에는 방전을 제어하기 위한 어드레스 전극과 표면방전에서 발생하는 진공자의선(VUV, vacuum ultra violet)을 가시광으로 변환하는 R, G, B 삼원색의 형광체가 도포되어 있다. 또한, 열 셀과의 구분을 위하여 격벽을 설치하고 있다.[6]

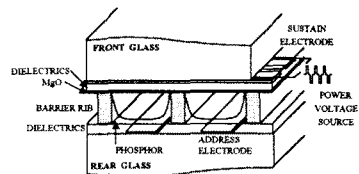


그림 1. ac-PDP의 개략도  
 Fig. 1 The schematic diagram of ac-PDP

1. 서 론

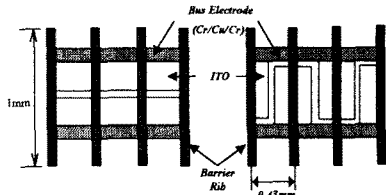
칼라 텔레비전의 보급이 급속히 증가되고 있던 1970년대에 산업분야나 가정에서 사용되는 유일한 표시소자는 음극선관(CRTs, Cathode ray tube)이었다. 또한, 액정을 디스플레이 소자로 사용하기 위한 연구가 시작되고 있었다. 그러나, 1990년대에 들어서면서, 전자 디스플레이 산업은 반도체 산업과 함께 규모나 기술의 다양성 면에서 급격한 발전을 이루어 왔다. 집적회로의 발전은 휴대용 계산기, 전자시계, 개인용 컴퓨터 등에 사용되는 발광 다이오드(LED, Light emitting diode), 액정 디스플레이(LCD, Liquid 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.[1-3]

본 연구에서는 플라즈마 디스플레이의 여러 가지 문제점 중 소비전력의 감소와 휘도의 향상을 위하여 기존에 사용되고 있는 전극구조와는 다른 새로운 전극구조를 제안하였다. 본 실험에서 제안한 PNU-#3 전극구조는 사각형 모양의 투명전극을 지그재그로 배치함으로써 유지전극의 면적은 감소시키고, 전극 갭의 길이를 증가시키는 구조이다. 표면 방전형 ac PDP에서 최대전계강도를 나타내는 지점은 전극 갭의 에지 부분이기 때문에 방전의 개시는 전극 갭의 에지 부분에서 시작하게 된다. 그리고, 진공자의선의 발생량의 시간적 분포는 방전의 초기 부분에서 가장 크게 된다는 사실이 보고되고 있다.[4-5] 따라서, 초기에 방전이 발생하는 전극 갭의 경로길이를 증가시킴으로써 고휘도를 실현하고, 전극면적을 감소시킴으로써 소비전력을 감소시켜 고효율을 실현하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

그림 1은 현재 널리 이용되고 있는 ac PDP의 개략도



(a)종래의 면방전형 ac-PDP (b)PNU-#3

그림 2. 유지전극의 구조

Fig. 2 The structure of sustain electrode

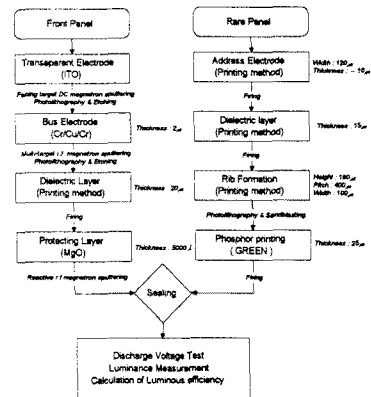


그림 3 ac-PDP의 제작공정도

Fig. 3 The manufacture flowchart of ac-PDP

그림 2는 본 실험에서 제작한 유지전극의 모양을 나타

내고 있다. 그림 2(a)는 종래의 면방전형 ac PDP의 유지전극 구조로서 새로운 유지전극의 방전특성과 광특성을 비교하기 위한 표준형으로 제작하여 사용하였다. 그림 2(b)는 본 실험에서 제안한 유지전극 구조(PNU-#3)로서 유지전극의 모양을 직사각형의 ITO(Indium tin oxide) 투명전극과 버스전극(Cr/Cu/Cr)의 조합으로 구성하였다. [6-7]

그림 3은 ac PDP의 제작공정도를 나타내고 있다.

그림 4는 완성된 시료의 방전전압특성과 광특성을 측정하기 위한 방전특성 시험용 방전챔버의 개략도를 나타내고 있다. 진공조는 직경 200mm, 높이 80mm의 원통형 구조로 되어 있으며, 시료의 방전상태와 광특성을 외부에서 관측하기 용이하도록 상부면은 표면 가공한 석영창으로 제작하였다.

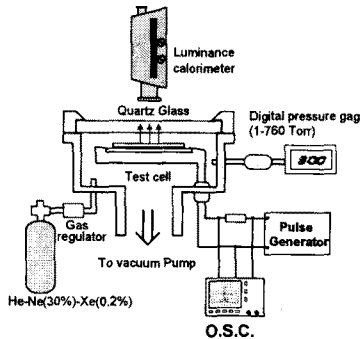


그림 4. 방전특성 시험용 방전챔버의 개략도  
Fig. 4 The schematic diagram of discharge test chamber

본 실험에서는 제작된 상판과 하판을 봉합하여 진공조에 장착한 후, 진공도를  $10^{-6}$  Torr까지 초기 배기하고, He-Ne(30%)-Xe(0.2%) 가스를 실험압력까지 주입하여 예비방전을 한 후, 방전전압이 안정되고 난 후 측정을 행하였다. 실험에 사용한 시료는 유지전극 5쌍을 기준으로 하여 총 540개의 셀을 실험대상으로 하였다. 방전개시전압( $V_f$ , firing voltage)은 전 셀이 소거된 상태에서 서서히 인가전압을 증가시켜 최초의 한 개의 셀이 방전하는 전압으로 하였으며, 방전유지전압( $V_s$ , sustain voltage)은 전 셀을 방전시킨 상태에서 서서히 인가전압을 감소시켜 최초의 한 셀이라도 소멸하는 전압으로 하였다. 전압파형과 전류파형의 측정은 디지털 오실로스코프를 이용하였으며, 휘도의 측정은 휘도측정기(Luminance Colormeter, BM-7)를 이용하였다. 실험시 휘도의 측정과 전류의 측정을 동시에 함으로써 각 조건에서의 광효율을 다음과 같이 구하였다. [8-9]

$$\text{발광효율} = \frac{\pi \times \text{휘도}(\text{cd/m}^2) \times \text{면적}(\text{m}^2)}{\text{소비전력}(W)}$$

## 2.2 실험결과 및 고찰

그림 5는 상판의 각 층에서의 투과율을 나타내고 있다. 외부에서 계측되는 가시광의 광은 표면방전에서 발생한 진공파외선이 가시광으로 변환되어 상판의 여러 층을 통과하여 방출한다. 따라서, 각 층의 투과율은 휘도의 결정에 중요한 변수로 작용한다.

그림 6은 상, 하판을 합착한 후 He 가스 압력에 따른 방전전압특성을 나타내고 있다. 두 시료 모두 200Torr 근방에서 최소의 방전개시전압을 나타내었으며, 200Torr 이상에서는 방전개시전압이 급격하게 증가하고 있다. 방전개시전압은 유지전극의 구조에 따라 전계가 강하게 집중되어 있는 곳이 있으면 그 부분을 시작으로 하여 방전이 개시된다. 방전유지전압 부근에서는 방전의 강도가 아주 약하게 발생하여 실제 방전이 발생하는 부분은 전극 갭의 에지 부근으로 한정된다. 따라서, 방전유지전압 특성은 방전 갭의 길이에 영향을 받을 것으로 생각된다.

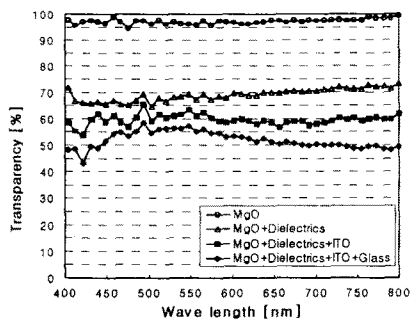


그림 5. ac-PDP 상판의 투과율 특성  
Fig. 5 The transparency of front panel of ac-PDP

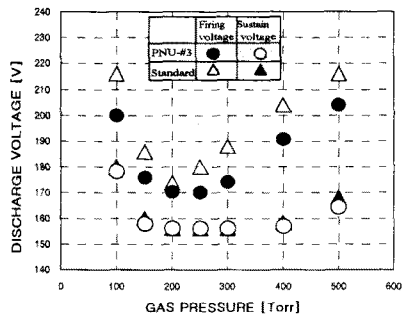


그림 6. 가스압력에 따른 방전특성  
Fig. 6 The discharge characteristics as a parameter of gas pressure (He)

그림 7은 He-Ne(30%)-Xe(0.2%) 혼합가스 압력에 따른 방전전압특성을 나타내고 있다. He-Ne(30%)-Xe(0.2%) 혼합가스를 사용하는 경우, 300Torr 이상의 고기압 영역에서 첨가가스에 의한 페닝 이온화 현상이 활발하게 발생하여 방전개시전압의 증가기울기가 He 가스 단독을 사용하였을 경우에 비하여 감소하는 것으로 생각할 수 있다.

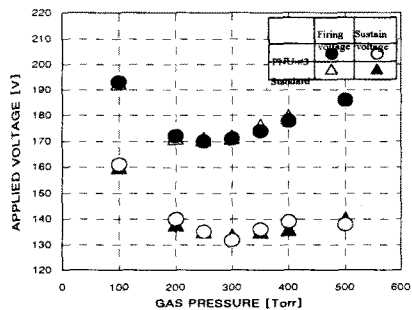


그림 7. 가스압력에 따른 방전특성  
(He-Ne(30%)-Xe(0.2%))  
Fig. 7 The discharge characteristics as a parameter of gas pressure (He-Ne(30%)-Xe(0.2%))

그림 8은 He-Ne(30%)-Xe(0.2%) 혼합가스의 압력에 따른 휘도특성을 나타내고 있다. 인가전압은 메모리 동작이 가능한 160V와 170V에 대하여 실험을 행하였다. 혼합가스의 압력이 증가함에 따라 휘도가 감소하는 특성을 나타내고 있다.

그림 9는 휘도에 따른 소비전력의 특성을 나타내고 있다. 실험 조건은 He-Ne(30%)-Xe(0.2%) 혼합가스 압

력 300Torr였으며, 인가전압 범위는 메모리 동작이 가능한 방전개시전압과 방전유지전압 사이에서 전압을 변화하면서 측정한 결과이다. 소비전력은 휘도의 상승에 따라 거의 비례적으로 증가하고 있으나, 휘도가 증가할수록 표준형과 PNU-#3와의 소비전력의 차이가 감소하는 경향을 나타내었다.

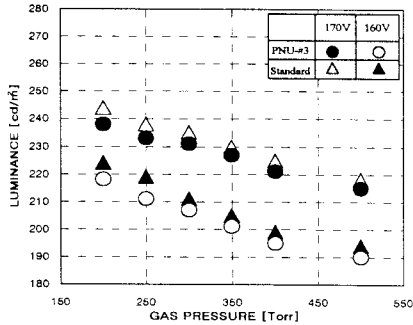


그림 8 가스압력에 따른 휘도특성

Fig. 8 The Luminance characteristics as a parameter of gas pressure

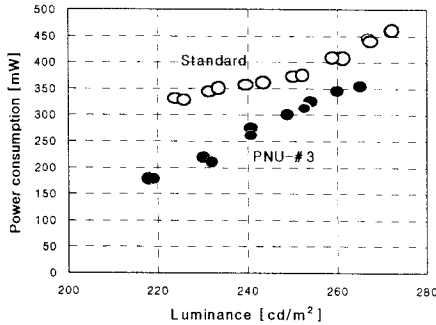


그림 9 휘도에 따른 소비전력 특성

Fig. 9 The power consumption as a parameter of luminance

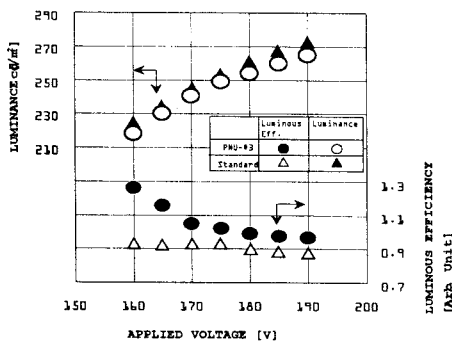


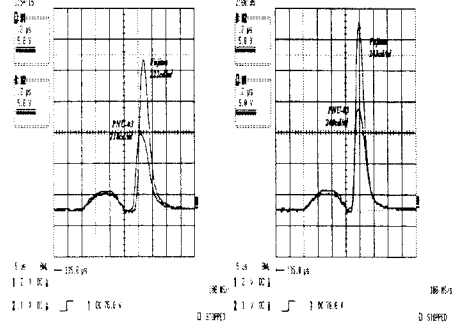
그림 10 인가전압에 따른 휘도와 광효율 특성

Fig. 10 The Luminance and luminous efficiency as a parameter of applied voltage

그림 10은 인가전압에 따른 휘도와 광효율 특성을 나타내고 있다. 휘도는 인가전압이 증가하면 비례적으로 증가하고 있으나, 광효율은 인가전압이 증가할수록 표준형과 PNU-#3와의 차이가 감소하는 경향을 나타내고 있다.

그림 11은 인가전압에 따른 두 시료의 방전전류를 나타내고 있다. 그림 11(a)는 He-Ne(30%)-Xe(0.2%) 300Torr 가스압력에서 인가전압 160V의 경우이고, 그

림 11(b)는 동일압력에서 170V를 인가 했을 경우의 전류의 파형을 나타내고 있다.



(a)160V 인가시 (b)170V 인가시

그림 11. 방전전류의 특성

Fig. 11 The characteristics of discharge current

### 3. 결론

좁은 전극갭을 가진 새로운 타입의 ac-PDP셀 (PNU-#3)은 기존의 표준형 ac-PDP셀보다 더 긴 방전경로와 더 작은 전극면적을 가진다. 방전개시전압과 방전유지전압은 표준형과 거의 비슷한 특성을 가진다. 방전개시전압과 방전유지전압의 차이가 충분히 크게 나타나므로, 두 시료 모두 안정된 메모리 구동을 할 수 있을 것이다. 휘도는 PNU-#3와 표준형은 같은 수준을 가진다. 그러나, 소비전력은 PNU-#3이 표준형보다 40% 더 적다. 그리고 낮은 전압영역에서의 광효율은 PNU-#3이 표준형보다 40% 더 높다. 그러나 높은 전압영역에서의 광효율은 확산손실 때문에 PNU-#3과 표준형의 차이가 감소한다. 전극면적의 감소 때문에 전류피크가 감소한다.

### (참고 문헌)

- [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] Schoichi Matsumoto, "Electric Display Devices," John Wiley & Sons, 1990
- [4] M.Sawa, H.Uchiike, S.Zhang, and K.Yoshida, "Direct observation of VUV rays for surface-discharge ac plasma displays by using an ultra-high-speed electronix camera," SID 98 DIGEST, pp361-364, 1998
- [5] H.S. Jeong, J.H. Seo, C.K. Yoon, J.K. Kim, and K.W. Hwang, "Analysis of He-Xe Discharge Kinetics in ac PDP Cell," SID 98 DEGEST, pp365-368, 1998
- [6] 신중홍, 이우근, 김준호, 김규섭, 유충희, 박정후, "표면방전형 ac PDP의 셀 구조와 방전특성의 상관관계에 관한 연구," 대한전기학회, 제 48권, 제 2호, pp133-140, 1999
- [7] 하홍주, 이우근, 박명호, 김진영, 조정수, 박정후, "반응성 스파터링에 의한 PDP용 MgO 보호층 형성과 그 방전특성에 관한 연구," 대한전기학회, 제 46권, 제 4호, pp610-616, 1997
- [8] Chung-Hoo Park, Woo-Geun Lee, Dong-Hyun Kim, Hong-Ju Ha, Ju-Youn Ryu, "Surface discharge characteristics of MgO thin films prepared by RF reactive magnetron sputtering" Surface & Coatings Technology, Vol. 110, pp128-135, 1998
- [9] 이우근, 김동현, 하석천, 박차수, 박정후, "ac PDP cell 구조와 전력손실의 상관관계에 관한 연구," 대한전기학회, 제 47권, 제 9호, pp 1491-1498, 1998
- [10] Takeo Kamegaya, Hideomi Matsuzaki, and Minori Yokozawa, "Basic study on the gas-discharge Panel for Luminescent Color Display," IEEE Trans. on ED, Vol. ED-25, No. 9, pp 1094-1100, 1978
- [11] Kimio Amemiya, and Takashi Nishio, "Improvement of Contrast Ratio in Co-Planar Structured ac-Plasma Display by confined Discharge near the Electrode Gap", IDW '97, pp523-526, 1997