

## ZnO 투명전극을 이용한 AC PDP 셀의 제작 및 광학적 특성

이성욱, 이규석, 박경석, 임동건\*, 박민우\*, 곽동주  
 경성대학교 전기공학과, 경성대학교 신소재공학과, 충주대학교 전자공학과\*

### Optical Characteristics of AC PDP Cell with ZnO Electrode

Sung-Wook Lee, Kyu-Suk Lee, Kyung-Suk Park, Dong-Gun Lim\*, Min-Woo Park, Dong-Joo Kawk  
 KyungSung Uni, KyungSung Uni\*, ChungJu Uni\*\*

**Abstract** - In the recent years, much interests and attraction has been paid on the plasma display panel. To achieve high performance display panel, there has been a strong demands for studies on the transparent conducting films such as ITO and ZnO. In this study, we propose PDP cell with ZnO transparent conducting electrode. The electrical and optical characteristics of PDP cell with ZnO transparent electrode were studied and compared with that of conventional ITO electrode.

위에 유전층이 유지 전극을 덮고 있으며, 방전시 이온 충격으로부터 이 유전층을 보호하기 위한 MgO박막이 E-beam 증착 기법에 의해 유전층 상에 증착 되어 있다. 그리고 하판에는 방전을 제어하기 위한 Address 전극이 형성되어져 있고, 그 위에 유전층과 셀 간의 구분을 위하여 sandblaster 기법에 의한 격벽이 형성되어 있다.[5] 그리고 방전에 의해 발생된 진공 자외선(VUV, Vacuum Ultra Violet)을 가시광으로 변환시키기 위해 형광체를 도포하였다.

## 1. 서 론

투명전도막은 태양전지, 각종 평판 디스플레이, 가스 센서 등의 다양한 분야에서 이용되고 있으며 현재 낮은 저항율을 장점으로 가지는 ITO 가 널리 이용되고 있으나, ZnO는 환원성 분위기에 대한 내성, 가시광 영역에서의 높은 광 투과율과 저렴한 가격으로 ITO 박막에 비교 될만한 투명전도막의 재료로 주목받고 있다. ZnO는 비 화학양론적 결합구조, 넓은 band gap, 광학적 투광성 그리고 큰 압전상수 등의 특성으로 인하여 가스 센서, micro-actuators, 투명전도막 등으로 응용되고 있으며, 이러한 다양한 응용에 있어 서로 다른 요구 조건에 의해 ZnO 박막의 결정성, 광학적 특성 그리고 전기적 특성에 미치는 증착 조건에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔으나, 투명전도막의 응용을 위한 박막제조 조건에 관한 연구는 미미한 실정이다.[1-4]

이에 본 연구에서는 최근 디스플레이 방식의 주류를 이루고 있는 FPD용 투명전극으로 ZnO의 응용을 위하여 PDP cell을 직접 제작하여 기존의 ITO 전극을 가진 PDP cell과 전기적·광학적 특성을 비교, 검토 하였다.

이때 ZnO 박막의 제작은 기 수행된 연구 결과[6,7], 최적의 가스압력, 방전전력 및 기판온도를 산정하여 제작하였으며, 제작된 ZnO 박막의 저항율 및 광투과율은 각각  $9.64 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$  및 90.02%였다.

## 2. 본 론

### 2.1 PDP 셀의 제작

현재 널리 이용되고 있는 AC PDP의 개략도를 그림1에서 나타내고 있다. AC PDP는 3mm 두께인 2장의 유리로 구성되어 있고, 이 중 상판에는 방전을 유지할 수 있도록 한 쌍의 투명 전극(ITO)이 형성되어져 있고 투명 전극의 저항을 낮추기 위해 금속 Bus전극이 프린팅 방법으로 형성되어져 있다. 그러나 본 연구에서는 ITO와 ZnO 투명전극의 동일한 실험조건 하의 특성을 비교, 평가하고자 그림2와 같은 투명전극 구조를 적용하였다. 그

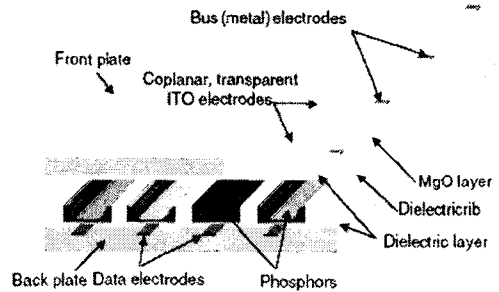


그림1. AC PDP의 개략도

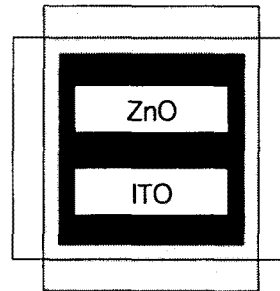


그림2. ITO 전극과의 특성비교를 위해 제작된 투명전극 구조

그림 2에 본 실험에 쓰인 투명전극 모양을 나타내었다. 시료의 특성을 비교하는데 있어서 동일한 시료제작 조건을 적용하여 시료의 제작 공정상의 오차를 최소화하기 위해서 동일한 기판 위에 ZnO와 ITO 전극을 같은 면적으로 제작하였다.

표1. Test panel의 사양

Working Gas : Xe(8%) + Ne Base, 400Torr		
Front Panel	Electrode gap	60 $\mu$ m
	Electrode Width	270 $\mu$ m
	Bus Electrode Width	100 $\mu$ m
	Dielectric Thickness	30 $\mu$ m
	MgO Thickness	5000 $\text{\AA}$
Rear Panel	Address Electrode Width	100 $\mu$ m
	White-Back Thickness	20 $\mu$ m
	Barrier Rib Width	60 $\mu$ m
	Barrier Rib Height	130 $\mu$ m
	Barrier Rib Pitch	270 $\mu$ m
	Phosphor Thickness	20 $\mu$ m

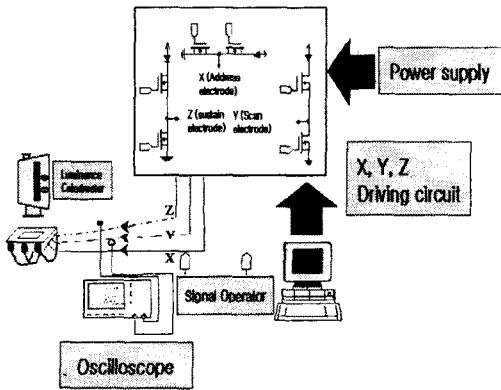


그림3. 측정 시스템의 개략도

위의 표 1은 본 실험을 위해 제작한 시료의 세부 사양을 나타내고 있으며, 그림 3은 완성된 시료의 방전 특성을 측정하기 위한 실험장치의 개략도이다.

실험 장치는 크게 방전특성 시험용 방전 챔버와 구동회로 부분으로 구성되어 있다. 방전 챔버는 완성된 시료의 어드레싱시 전압, 전류 특성과 광특성을 측정하기 위해서 직경 200mm, 높이 80mm의 원통형 구조로 되어 있으며, 시료의 방전상태와 광특성을 외부에서 관측하기 용이하도록 상부 면은 표면 가공한 석영 창으로 제작하였다.

챔버 내부의 진공도는 상압에서 1Torr의 진공까지 쉽게 확인할 수 있도록 입력변환기(Setra co. Model 280)와 디지털 디스플레이(GLA co. MD-100)를 조합하여 제작하였다. 실험을 위해 제작된 상판과 하판을 봉합하여 이 챔버 내부에 장착한 후, 진공도를 10<sup>-6</sup>Torr까지 초기 배기하고, Ne(base)+Xe(8%)의 가스를 400Torr 주입한 뒤 24시간동안 aging한 후 실제 측정을 행하였다.

실험에 사용한 시료는 각각의 유지전극 6쌍을 기준으로 하였다. 방전개시전압(V<sub>f</sub> : firing voltage) 각 셀이 소거된 상태에서 서서히 인가전압을 증가시켜 최초의 한 점이 방전하는 전압으로 하였으며, 방전유지전압(V<sub>s</sub> : sustain voltage)은 각 셀을 방전시킨 상태에서 서서히 인가전압을 감소시켜 최초의 한 점이라도 소멸하는 전압

으로 하였다. 전압 파형과 전류 파형의 측정은 디지털 오실로스코프를 이용하였으며, 실험시 휘도의 측정은 휘도측정기(Luminance Colormeter, BM-7)를 이용하였다.

## 2.2 실험결과

그림 4는 주파수를 변환시켰을 때의 standard (ITO)와 suggested(ZnO)의 휘도의 변화량을 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 주파수마다 조금씩 차이는 있지만 주파수가 올라 갈수록 서서히 휘도는 증가하였다. 10, 25, 50kHz일 때, suggested(ZnO)의 휘도는 기존의 유지전극에 비해 각각 12%, 11%, 13% 정도 감소하였다. 이것은 표 2에 정리되어 있는 바와 같이 ZnO의 경우 ITO에 비해 주어진 전류주파수 조건하에서 방전개시전압은 높으나 이에 대해 측정되는 벽전하량은 다소 감소하고 있어, ZnO의 경우 휘도가 약간 감소한 것으로 사료된다.

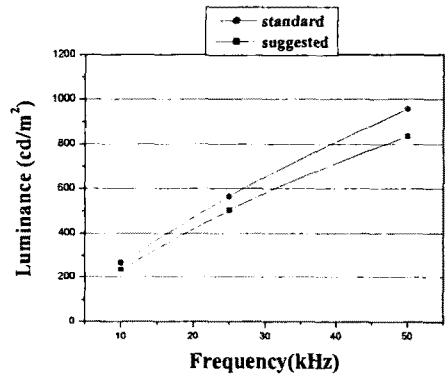


그림4. standard(ITO)와 suggested(ZnO)의 휘도

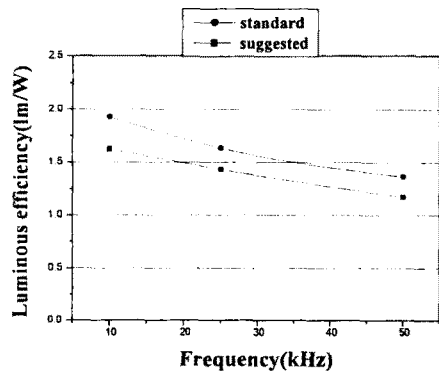


그림5. standard(ITO)와 suggested(ZnO)의 효율

그림 5는 주파수를 변환시켰을 때의 standard(ITO)와 suggested(ZnO)의 휘도 효율의 변화량을 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 10, 25, 50kHz일 때, suggested(ZnO)의 효율은 기존의 유지전극에 비해 조금씩 감소하였다. 이것은 suggested(ZnO)의 방전전하량이 감소하고, 방전유지전압이 기존의 유지전극(ITO)에 비해 20V 증가함으로써, PDP 구동을 위한 무성방전의 효율이

감소하기 때문에 광발생 효율이 감소한 것으로 생각된다. 한편, ZnO의 경우 상용제품인 ITO에 비해 평균적으로 약 10%정도의 휘도의 차이를 나타내고 있으나, PDP에서 필요한 평균적인 휘도의 범위 내에 있다고 볼 수 있다.

그림 6은 주파수를 변환시켰을 때, standard(ITO)의 효율에 비해 suggested(ZnO) 효율의 변화율을 나타낸 것으로 그림에서 알 수 있듯이 suggested(ZnO)의 효율은 기존의 유지전극에 비해 14%, 12%, 13% 정도 감소하였다.

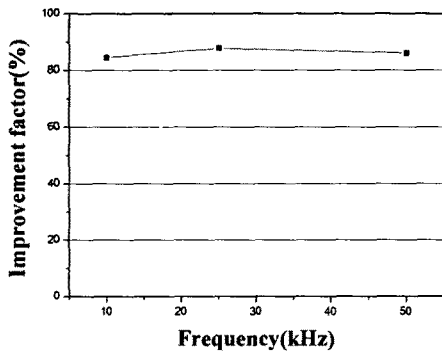


그림6. suggested(ZnO)의 효율 Improvement

표2. Test panel의 전기 광학적 특성

Panel Condition (Xe:8%-Ne:base, 400torr) Suggested(ZnO)							
	정마진	주파수 (kHz)	전압 (V)	전하량 (uVs)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	면적 (mm <sup>2</sup> )	효율 (lm/w)
Vfmax	315	10	264	0.075	238	174.96	1.62708
Vfmin	288	25	264	0.072	503	174.96	1.43281
Vsmax	240	50	264	0.073	836	174.96	1.17438
Vsmin	180						
Panel Condition (Xe:8%-Ne:base, 400torr) Standard(ITO)							
	정마진	주파수 (kHz)	전압 (V)	전하량 (uVs)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	면적 (mm <sup>2</sup> )	효율 (lm/w)
Vfmax	301	10	250	0.077	270	174.96	1.92735
Vfmin	280	25	250	0.076	565	174.96	1.63449
Vsmax	220	50	250	0.077	957	174.96	1.36628
Vsmin	169						

### 3. 결 론

기존의 ITO 투명전극과 최적의 조건으로 제작한 ZnO 투명전극으로 동일한 조건에서 cell을 제작하여 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

Suggested(ZnO)는 standard(ITO)와 비교해 볼 때 주파수마다 조금씩 차이는 있지만 10, 25, 50kHz일때, 휘도는 기존의 유지전극(ITO)에 비해 각각 12%, 11%, 13% 정도 감소하였고, 효율은 방전전하량이 감소하고 방전유지전압이 기존의 유지전극(ITO)에 비해 20V 증가함으로써, PDP 구동을 위한 무성방전의 효율이 감소하기 때문에 광발생 효율이 감소한 것으로 생각된다. 한편, ZnO의 경우 상용제품인 ITO에 비해 평균적으로 약 10%정도의 휘도의 차이를 나타내고 있으나, PDP에서 필요한 평균적인 휘도의 범위 내에 있다고 볼 수 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Electronic Journal, "2000 FPD Technology Outlook", Electronic Journal, 1999
- [2] J. L. Deschamps, "Recent Development of Technology for Color-Plasma-Display", SID, pp. 315-318, 1944
- [3] T. W. Choi and S. C. Yoo, "Electrical and mechanical properties of ceramics", J. of KIEEME(in Korean), Vol. 15, No. 1, p. 10, 2001.
- [4] Woon-Jo Jeong, Gye-Choon Park, "Electrical and optical properties of ZnO thin film as a function of deposition parameters", Solar Energy Material & Solar Cells, 65, 37-45, 2001
- [5] 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
- [6] K.I. Park, B.S. Kim, D.G. Lim and D.J. Kwak, "Properties of ZnO:Al transparent conducting films for PDP", Proceeding of the KIEE Summer Annual Conference 2003, C, p. 1430, 2003.
- [7] K. I. Park, B. S. Kim, D. G. Lim and D. J. Kwak, "Some properties of ZnO:Al transparent conducting films by dc magnetron sputtering method", Proceeding of the KIEEME (in Korean) Annual Summer Conference, Vol. 4, No. 1, p. 143, 2003.