

## 백색광을 발하는 면발광소자의 휘도 및 표면특성

### Luminance and Surface Properties of P-ELD Emitted White Light

박 수 길 · 조 성 렬 · 손원근 · 박 대 희 · 이 주 성

(Soo-gil Park, Seong-Ryoul Cho, Won-Ken Son, Dae-Hee Park, Ju-Seong Lee)

#### Abstract

Electroluminescence(EL) come from the light emission obtained by electrical excitation energy passing through a phosphor layer under applied high electrical field. The preparation and characterizations of light emitting ACPEL(alternating-current powder electroluminescent) cell based on two kinds of phosphor mixed ZnS:Mn, Cu and ZnS:Cu phosphor.

Basic structure is ITO/Mixed Phosphor/insulator/Al sheet, each layer was mixed by binder, which concentration 11p for phosphor, 8p for insulator. Dielectric properties was investigated first and emission properties of P-LED based on ZnS:Mn,Cu/ ZnS:Cu,Br mixture. Emission spectra exhibits two kinds of main peaks at 100V, 1kHz sinusoidal excitation.

#### 1. 서 론

전자 소자산업의 급격한 발전으로, 특히 반도체 소자를 중심으로 경량화, 박막화, 소형화가 크게 대두되고 있다. 이와 같은 경향은 인간과 기계 장비와의 대화가 가능하도록 만들어 주는 디스플레이 분야로 발전되게 되었다. 아직도 CRT가 상당한 시장을 형성하고 있지만, 점차 LCD로 전이해가는 추세이며, LCD는 자체발광이 없기 때문에 반

드시 후면광원을 필요로 한다. 또한 full color화 및 색상의 선명도를 위해, 높은 휘도의 광원을 필요로 한다.

특히 디스플레이중 전계발광소자는 전망 있는 디스플레이로서 크게 파우더형과 박막형으로 나뉜다. 파우더형은 그 넓은 응용성에도 불구하고 휘도에 있어 개선할 문제점이 많아 실용화 되지 못하고 있다. 반면 박막형은 최근 높은 휘도특성으로 인하여 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다.

따라서 본연구에서는 Whiter계통의 형광체인 ZnS:Cu를 도입하여 ITO와 Al전극사이에 형광체와 절연층을 샌드위치시키고, 바인더로서 고유전율의 시아노레진을 이용하여 캐스팅법으로 소자를 구성하여, 주파수 및 형광체의 함량 및 전압에 따른 휘도 및 표면

\* 충북대학교 공과대학 공업화학과 부교수  
(sgpark@trut.chungbuk.ac.kr)

충북대학교 공과대학 공업화학과 석사

\*\* 주식회사 심텍(Shimmtech)

\*\*\* 한양대학교 공업화학과 정교수

특성, 색도좌표의 변화를 관측하여, P-ELD의 성능을 향상시키고, 서로 다른 휘도에서의 형광체 표면의 특성을 관측하여, 두께 및 형광체 입자크기에 의한 캐스팅의 문제점을 고찰하고자 한다.

## 2. 실험 방법

본 연구에 사용된 포스퍼는 Nilaco로부터 구입하였으며 그 성분함량 및 구조는 EDS와 XRD를 이용하여 측정하였다. 유전체인 BaTiO<sub>3</sub>는 High purity chemical로부터 구입하였다. 또한 바인더로서 사용한 CR-V와 CR-S를 Shinetsu Co.로부터 구입하여 중량비 7 : 3으로 혼합하여 용매인 DMF에 녹여 이용하였다. 배면전극으로서는 50 $\mu$ m의 두께를 가지는 Al을 삼화전기로부터 구입하여 이용하였다. 또한 ITO glass는 면저항이 30  $\Omega$ , 80 $\Omega$ 인 것을 삼성코닝으로부터 구입하여 이용하였다.

Phosphor-Dielectrics matrix를 서로다른 조건으로 제작하여 유전특성을 임피던스를 이용하여 측정하였다. 제작한 소자의 형광층 단면은 주사전자현미경을 이용하여 관측하였다. 또한 형광체의 원소함량은 EDS를 이용하였고, 형광체의 결정 및 결정배향은 XRD로 관측하여 결정배향성을 확인하였다. 인가전압에 따른 휘도 및 주파수 의존성은 universal source(HP3245A), luminance-meter(Dr 2550 Millab)과 spectrometer를 이용하였다. 또한 주파수 및 전압에 따른 휘도 특성은 자체제작한 구동장치를 이용하여 실험하였다.

바인더를 용매 DMF에 녹여 바인더의 점도를 8~11P의 범위에 오도록 제작하였다. 바인더와 혼합된 형광체 및 절연층의 전기적 특성을 고찰한 후, 형광층과 절연층을 ITO/

형광층/절연층/Al foil의 순서로 캐스팅 한 후 80 $^{\circ}$ C의 진공건조기에서 2시간 건조 후 측정하였다. 각각 절연층과 형광층의 두께는 30~40 $\mu$ m로 하여 전체 두께는 약 70 $\mu$ m이하로 유지하였으며, 배면전극으로 Al sheet를 고온압착하여 소자를 구성하였다. 또한 유전특성을 측정할 소자의 경우는 Al 전극위에 캐스팅후 결합시켜 측정하였다.

Table 1 Sample preparation by composition

구분 샘플	ITO	Phosphor [ZnS:Cu]	절연층	Al
1	80 $\Omega$	mix with 11poise binder	BaTiO <sub>3</sub>	Al
2	80 $\Omega$		SiCF	

또한 위의 Table에서 볼수 있듯이 형광층의 함량비와 바인더의 함량을 변화시켰을 경우 나타나는 특성을 관측하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

넓은 응용성을 가지고 있음에도 불구하고 아직 해결해야할 문제가 많기 때문에 실용화되지 못하고 있는 파우더형 전계발광소자중 두가지 이상의 형광체를 혼합하고, 유전체의

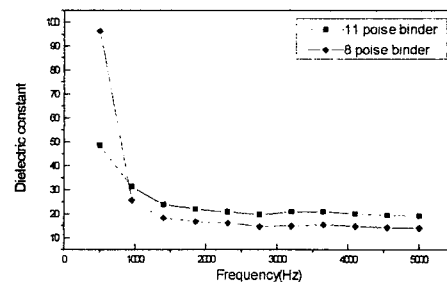


Fig.1. Dielectric constant by different binder viscosity(  $\epsilon_{11} > \epsilon_8$  )

함량과 형광체의 함량을 변화시켰을 경우 전기적 특성과 휘도 및 면발광소자의 형광체 표면의 모폴로지를 관측하였다. 이전에 발표했던 바인더의 농도에 따른 영향을 고려하여 실험을 진행하였다.

유전율은 점도가 높을수록 우수하다. 하지만, 너무 고점도가 되었을 때 형광체와 결합된 소자의 유전손실이 상대적으로 증가하는 것으로 나타났다. 점도를 각기 달리하여 형광체 및 절연체를 결합시킨 후 측정된 유전 특성은 8poise의 바인더를 형광체와 결합시키고, 11p의 점도를 절연체와 분산시킨 후 고온 압착법을 이용하여 소자를 구성하게 되면 가장 우수한 유전특성을 보였다.

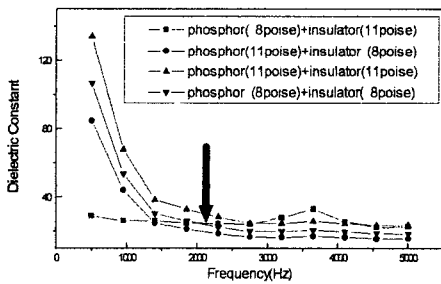


Fig. 2. Dielectric constant by different binder viscosity

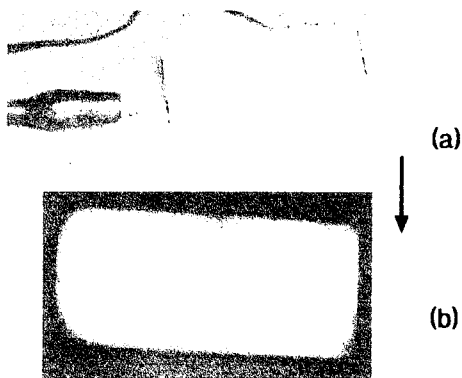


Fig.3. Emission properties by electric field [Emission at 60V, 1000Hz], Insulator [11poise] + Phosphor[8poise] (a) before emission, (b)after emission

위에서 제시한 실험방법을 따라 소자를 제작한 후 주파수 및 전압을 변화시키며 전장을 인가하게 되면 발광을 하게 되며, 전압에 따라서는 지수함수적인 특성을 보이며, 주파수에 따라서는 거의 선형적인 증가의 경향을 보인다.

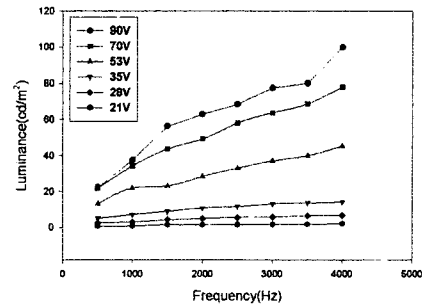


Fig. 4. Adapted ZnS:Cu Phosphor and BaTiO<sub>3</sub> Insulating layer

전압 및 주파수가 증가함에 따라 휘도는 증가하게 된다. 전압에 대해서는 지수함수적인 곡선을 따르며 주파수에 대해서는 선형적인 증가곡선을 보인다. 콘덴서와 같이 양쪽 전극사이에 유전체 및 절연체가 샌드위치 되어 있기 때문에 일정전압이 되어야 충분한 에너지를 얻게 되어 절연층을 지나 전장이 통과하게 된다. 따라서 전압에 대해서는 쇼트키장벽을 넘어야 하기 때문에 지수함수적인 곡선을 그린다.

#### 4. 결 론

바인더와 절연체, 형광체의 전기적 특성을 고려하면 ZnS:Mn, Cu포스퍼에 기초한 파우더형 EL소자를 제작하였으며 다음과 같은 특징을 관측하였다.

소자 제작에 필요한 형광체, 절연체, 바인더 각각의 유전특성이 제작된 소자의 발광특

성 및 전기적 특성에 상호 영향을 미치는 것을 알았다. 제작된 소자의 전체 두께는 약 50~70 $\mu\text{m}$ 로 유지하였으며 더 얇으면서 균일한 두께를 가지도록 고안중에 있다. 유전특성을 살펴보면 바인더의 경우 소자 제작의 편의를 위해 약 8~12P 정도의 점도가 적당한 범위이며, 이 범위안에서 유전특성을 고찰하면, 주파수가 증가함에 따라 고점도쪽의 경우가 유전율이 높은 반면 유전손실이 증가하는 것으로 관측이 되었다. 절연층/형광층을 차례로 누적한후 전기적 특성을 관측한 경우, 절연층의 경우 8P 정도의 점도를 갖는 바인더를 이용하고, 형광층의 경우 11P의 점도를 가질 때 소자의 제작면과 유전율, 유전손실을 고려할 때 적당함을 알았으며, SEM 관측에 의해 서로 다른 점도에서 제작된 형광층의 단면을 관측한 결과 고점도 쪽이 더 충전밀도가 높아 서로 다른 유전특성을 나타내는 것으로 사료되며, 이에 따라 소자 제작 후 주파수 및 전압에 따른 발광특성도 서로 다른 경향을 보이는 것으로 관측이 되었다. 본 연구에서 제작된 소자의 경우 주파수 및 전압을 변화시키면 전계를 인가할 경우, 초기에는 면발광이 고르지 못했지만, 점차 개선되고 있으며 절연막은 박막을 사용하고 형광체만을 후막으로 제작하고, 박막과 후막의 제작기법을 결합시켜 휘도 및 구동전압도 낮추고, 전체적으로 고른 면발광을 얻을수 있을 것으로 보이며, 휘도도 초기보다 3배정도 향상된 100cd/m<sup>2</sup>의 휘도를 얻고 있으며 면발광도 상당히 고른 편이다. 앞으로 박막과의 연관점을 찾아 좀더 정밀한 소자제작법을 이용하여 발광특성을 연구할 예정이다.

## 참고문헌

1. H, F. Lvey, Electro, Elettroluminescence and Related, *Academic press*, New York and London, 1963, P. 72
2. Hiroji Kawai, Tomohiko Abe et al., *Jpn J of Appl. Phys.* Vol.20, No.2, pp.313-320 (1981)
3. T. Nakagawa, J. Yamaguchi, T. Usuki, Y. Hamakawa, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 18, p.897-902 (1979)
4. A. G. Fisher: Electroluminescence II - VI Heterojunctions, *J. Electrochem. Soc.*, 118, pp. 139C- 144C (1971)
5. K. Era, S. Shionoya, and Y. Washizawa: Mechanism of Broad-band luminescences in ZnS phosphor, *J. Phys. Chem. Solids.*, 29, pp.1827-1841 (1968)
6. H, F. Lvey, Electro, Elettroluminescence and Related, *Academic press*, New York and London, P. 72 (1963)

본 연구는 충북대학교 국책사업(96-2-3) 산학 협력 연구지원에 의해 수행되었음을 밝히며, 아울러 이에 감사드립니다.