

**상용주파수(60Hz)에서 후막 EL소자의 발광특성**  
**A Emission Property of Powder EL device at 60Hz**

오주열<sup>o</sup>, 정병선, 이종찬, 박대희  
Joo-youl Oh<sup>o</sup>, Byoung-sun Jeong, Jong-chan Lee, Dae-hee Park

원광대학교 전기전자공학부  
School of Electrical and Electronic Engineering, Wonkwang University

**Abstract**

**Electroluminescence is occurred when phosphor is located in electric field. Object of this research show powder electroluminescent device (PELD) for high brightness compared with conventional PELD. Single layer of PELD structured as follow (ITO/phosphor + dielectric/Silver paste). To investigate optical properties of PELDs, EL spectrum, CIE coordinate system, Brightness of PELDs was measured. The suitable ratio between phosphor and dielectric in single layer of PELD was 7:3(phosphor: dielectric). At 200 V400 Hz, high performance of PELD which had ratio of 7:3**

**1. 서 론**

Electroluminescence(EL)는 형광체에 전계를 가해 서 나타나는 현상으로 전계인가에 의한 소수캐리어의 주입으로 일어나는 발광, 즉 주입형과 소수 캐리어의 주입에 의존되지 않는 발광과 같은 진성EL이 있다. ZnS 형광분말을 이용한 교류전압에 의한 발광현상은 프랑스의 Destriau에 의해 1936년 처음 발견된 이후[1]. 최근에는 고휘도, 대면적, 저 소비전력 등을 만족시키는 디스플레이 소자의 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 후막 전계발광소자(powder electroluminescent device :PELD)는 균일한 휘도와 대면적에 용이하다는 장점 때문에 backlight뿐만 아니라 디스플레이 소자 로도 많은 연구가 진행되고 있다.[2,3] EL소자가 폭 넓게 응용되기 위한 기술경향은 고휘도화와 장수명화로서 많은 연구가 추진되고 있으며, EL소 자의 고휘도화는 소자의 구성, 형광체, 2차 발광을 이용하는 안료등을 이용하는 방법등이 요구되고

있다.

본 연구에서는 후막 EL소자의 고휘도화를 구현 하기 위하여 층의 구조를 개선하고자 한다. 각 소 자 구조는 투명전극/형광층/절연층/배면전극, 투명 전극/형광층+절연층/배면전극, 투명전극/절연층/형 광층/절연층/배면전극로 구성하였다.

각 소자의 발광 특성을 분석하기 위해서 PELD의 광학적 특성인 EL 스펙트럼, CIE coordinate system, 휘도를 측정하고, 또한, 최대 고 휘도를 갖는 구조와 최적의 형광체 및 절연체의 혼합비를 얻고져 한다.

**2. 실 험**

PELD에 사용되는 시료는 먼저, Cyanoresin(CS-V,Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd)과 N,N-Dimethyl-formamide(Junsei Chemical Co.,Ltd)을 1:2.5로 혼합 한 바인더와 후막 형성이 가능한 절연체와 형광 체로 구성 되어 있다. 절연체로는 BaTiO<sub>3</sub>를, 형 광체로는 ZnS:Cu (Osram Sylvania 99.9%)를 사용하

였고, 전극은 Silver paste를 사용하였다. 절연체로 유전율이 높은 세라믹 유전체인 BaTiO<sub>3</sub>의 사용은 전극사이의 전계밀도를 증가시켜 낮은 문턱 전압과 고휘도의 PELD를 만들 수 있는 장점을 가지고 있기 때문이다 [4]. 혼합한 시료를 ITO필름 위에 형광체, 절연체 순서로 spin coating하였고, 전극은 screen printing 하였다.

PELD는 표 1과 같은 3가지 구조로 제작하였고, 그 중 가장 높은 휘도 특성을 갖는 WK-B 모델( ITO film/형광층+절연층/silver paste)에 대한 ZnS:Cu: BaTiO<sub>3</sub>의 비율을 3:7부터 8:2까지 변화하면서 최고의 특성을 나타내는 비율을 찾았으며, 그에 따른 발광 특성을 조사하였다.

표 1. PELD의 구조

Table 1. Structure of PELDs

Type	Structure
WK-A	ITO film/ ZnS:Cu / BaTiO <sub>3</sub> /Silver paste
WK-B	ITO film/ ZnS:Cu+ BaTiO <sub>3</sub> /Silver paste
WK-C	ITOfilm/BaTiO <sub>3</sub> /ZnS:Cu/BaTiO <sub>3</sub> /Silver paste

빛의 밝기는 두께 및 유전상수등에서 좌우 되는데, 이것은 형광체 입자에 영향을 미치는 전계가 절연체와 형광체의 두께 및 유전율에 따라 달라지기 때문에 [5], 절연층과 형광층의 두께를 40~43 $\mu$ m로 균일하게 하였다. 제작된 PELD의 광학적 특성인 EL 스펙트럼, CIE coordinate system, 휘도 측정을 통하여 발광 특성을 분석했다. PELD에 인가되는 전원은 주파수 발생기의 신호를 증폭하여 사용하였다. EL 스펙트럼과 CIE coordinate system에서 PELD의 좌표체계는 그림 1과 같이 PELD에 전압을 100 V로 고정하고 주파수를 400 ~ 20000Hz까지 변화 시키면서 Diode array type monochromator (DARSA-2000 SYSTEM, PSI)를 통해 측정하였다. PELD의 휘도는 주파수를 400 Hz로 고정하고 전압을 0~200 V로 변화 시키면서

photometer (PASCO scientific, OS-8020)로 측정하였다.

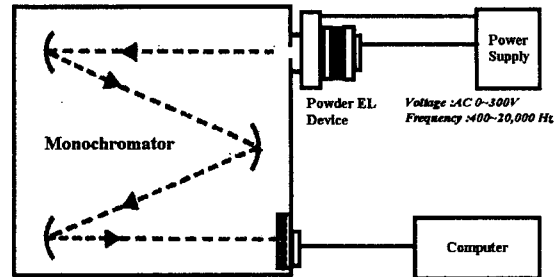


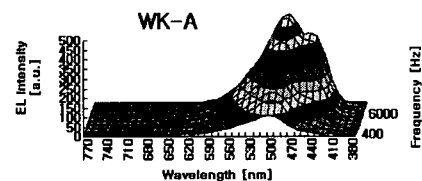
그림 1. EL 스펙트럼 측정 장치도

Figure 1. Diagram of instruments for EL spectrum

### 3. 실험 결과 및 토의

그림 2는 PELD의 전압을 100V로 고정하고 주파수를 400~20000 Hz로 변화하면서 측정한 EL 스펙트럼이다.

EL 스펙트럼에서 WK-A,B,C는 Cu의 peak값이 500.4nm와 462.2nm에서 존재하는 것을 알수 있다. 특히 1000Hz를 중심으로 주파수가 증가함에 따라, 발광중심인 Cu의 에너지 준위가 green 발광 준위에서 blue 발광 준위로 변함을 볼 수 있다[6]. 이것은 Cu원자 주위의 결정 불안정이 주파수를 높임으로써 점차 정연하여지면서 Cu주위에 영향을 주는 전자의 필드가 약하여지기 때문이라고 사료된다. 본 연구에서 제작한 PELD중 WK-B의 경우 그림에서 보는 바와 같이 다른 소자에 비해서 EL 스펙트럼의 intensity가 매우 강하다. 이와 같은 결과는 저전압에서도 다른 구조의 소자(WK-A,C)와 같은 EL intensity와 고휘도를 가질 수 있다.



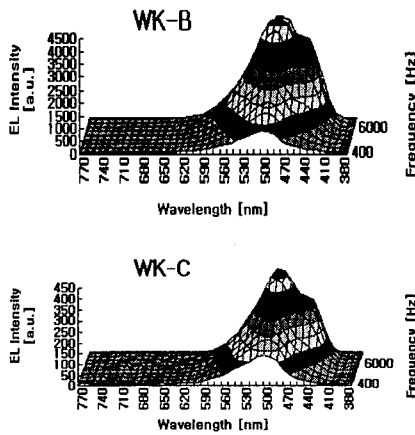


그림 2. PELD의 EL 스펙트럼

Figure 2. EL spectrum of PELD

EL 스펙트럼에서 좋은 결과를 얻은 WK-B는 전극사이에 형광체와 절연체가 혼합된 단일 발광층으로 구성된 형태이다. 따라서 WK-B의 발광층에서 형광체와 절연체의 최적 혼합비율을 찾기 위해서 형광체와 절연체의 혼합비율을 3:7부터 8:2까지 변화시켜 휘도 측정을 하였다. 혼합비율의 변화에 따른 휘도 측정시 인가된 전압은 100V이고 주파수는 400Hz로 고정하였다.

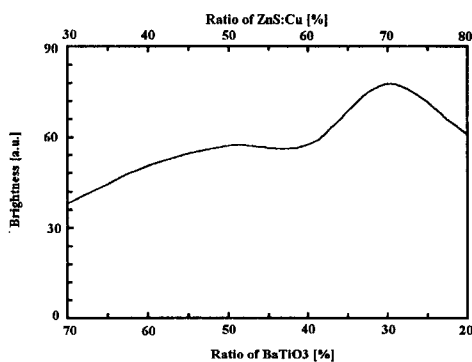


그림 3. WK-B의 혼합비율에 따른 휘도

Figure 3. Brightness of WK-B with ratio variation

그림 3처럼 WK-B는 ZnS:Cu: BaTiO<sub>3</sub>의 혼합 비율이 7:3일때 가장 좋은 발광 특성을 나타내었다.

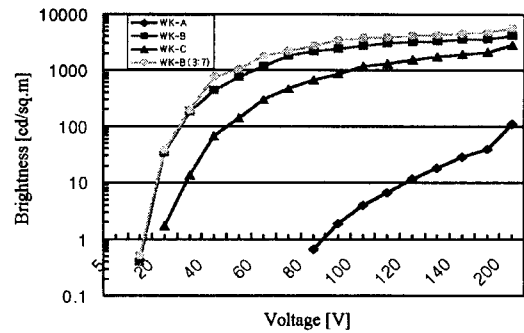


그림 4. 인가 전압변화 따른 휘도

Figure 4. Brightness with applied voltage variation

그림 4는 WK-A,B,C와 최적의 혼합비를 가진 WK-B(7:3)의 휘도이다. 이때 사용한 주파수는 400 Hz이고 인가전압은 0~200V까지 변화했다. EL 스펙트럼의 결과에서와 같이 WK-B는 30V의 저전압에서도 100 cd/m<sup>2</sup>의 높은 휘도를 나타냈다. 특히 최적의 혼합비율을 가진 WK-B(7:3)의 경우는 200 V, 400 Hz에서는 5700 cd/m<sup>2</sup>의 높은 휘도를 나타냈다. WK-A와 WK-B는 투과성이 좋지 못하여 휘도 특성이 낮은 것으로 사료된다.

그림 5는 3가지 PELD와 최적의 혼합비를 가진 WK-B(7:3)의 주파수 변화에 따른 CIE coordiante system에서 좌표의 궤적이다. EL 스펙트럼에서 설명된 바와 같이 Cu는 가시광선 영역에서 green발광 준위와 blue발광 준위를 가지고 있고, 주파수 증가에 따라서 blue 쪽으로 이동했다. 그림 5에서 100V에 400Hz를 각각의 소자에 인가 하였을 때 WK-A와 WK-C는 Cu의 green발광 준위에 에너지 전달이 컸음을 알 수 있다. 그러나, WK-B와 WK-B(3:7)의 경우는 green발광 준위보다 blue발광 준위에 더 많은 에너지 전달특성을 가지고 있었다. 즉, WK-B는 저전압에서도 WK-A와 WK-C와 같은 CIE 좌표궤적을 갖을 수 있다.

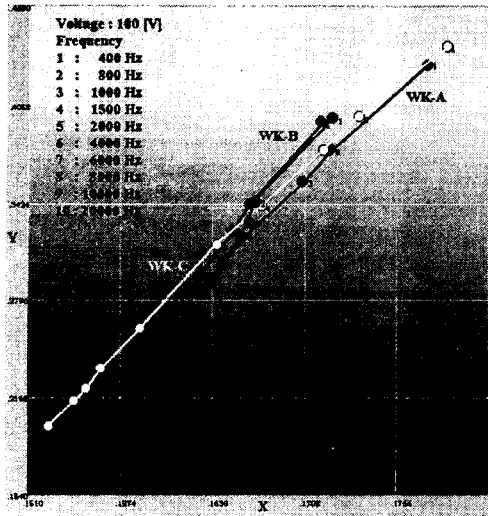


그림 5. 주파수 변화에 따른 CIE coordinate system

Figure 5. CIE coordinate system with frequency variation

#### 4. 결 론

본 연구에서는 고휘도의 PELD를 제작하기 위하여 다음과 같은 구조를 갖는 PELD를 제작하여 발광 특성을 측정하였다. 첫째, WK-A(투명전극/형광층/절연층/배면전극), 둘째, WK-B(투명전극/형광층+절연층/배면전극), 셋째, WK-C(투명전극/절연층/형광층/절연층/배면전극)으로 구성되어 있다. 이 가운데 가장 좋은 발광 특성을 가진 WK-B는 형광체와 절연체가 혼합된 단일 발광층의 구조로서 형광체 입자가 갖는 전계 표면적의 증가로 인해서 가장 좋은 발광특성을 가진 것으로 사료된다. 또한 발광층의 형광체와 절연체의 최적 혼합비가 7:3일때 ZnS:Cu 입자가 갖는 표면의 전계밀도가 가장 크게 유기되어 가장 높은 발광특성을 나타낸 것으로 사료된다.

결론적으로 최적의 혼합비를 갖는 WK-B (7:3)은 다른 구조를 갖는 소자에 비해 큰 EL intensity를 갖고, 200V 400 Hz의 인가전압에서 5700 cd/m<sup>2</sup>의 높은 휘도를 나타냈다.

본 연구는 원광대학교 창업지원센터의 입주업체 WDT (Wonkwang Display Technology)와 공동 연구 되었음.

#### [참 고 문 헌]

- [1] Destriau, O.W., "EL of crystalline ZnS:Mn powder AC EL devices", Chem. Phys. 33, 586, 1936
- [2] J.Haaranen, et al, " A 9-in. -diagonal high-contrast multicolor TFTL display", SID 92 Digest, pp.348-351,1992
- [3] T.Inoguchi, et al, "Stable high-brightness thin film electroluminescent panels", SID 74 Digest, pp.84-85,1974
- [4] 김창홍, 변중홍, "EL형 형광체의 제조에 관한 연구", 과학기술처, 1, 17, 1989
- [5] H.Kozawaguchi, J.Ohwaki, B.Tsujiyama, K.Murase, Proceeding of the SID", 23, 181, 1982
- [6] S. Asano, N. Yamashita and Y.Ogawa, Phys. Stat. Sol. (b) 118, 89, 1983