

고휘도 후막 전계발광소자에 관한 연구

오주열*, 이종찬, 박대희
 원광대학교 전기전자공학부

A Study on Powder Electroluminescent Device for High Brightness

Joo-youl Oh*, Jong-chan Lee, Dae-hee Park
 School of Electrical and Electronic Engineering, Wonkwang University

Abstract - Electroluminescence is occurred when phosphor is located in electric field. Object of this research show new type of powder electroluminescent device (PELD) for high brightness compared with conventional PELD. New type 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 new type of PELD was 7:3(phosphor: dielectric). At 200 V400 Hz, new type of PELD which had ratio of 7:3 was 5700 cd/m².

1. 서 론

발광현상은 여기 에너지원에 따라 electroluminescence, photoluminescence 및 cathodeluminescence 등으로 구분되어 진다. Electroluminescence는 형광체에 형성되는 강한 전계에 의해 가속된 전자가 발광중심을 충돌 여기 시켜 발광하는 현상으로서 Destriau에 의해 처음 발견되었다 [1].

본 연구에서는 고휘도의 후막 전계발광소자 (powder electroluminescent device :PELD)를 얻기 위해서 다음과 같은 3가지 모델의 PELD를 제작하였다. 첫째, 투명전극/절연층/형광층/배면전극, 둘째, 투명전극/절연층+형광층/배면전극, 셋째, 투명전극/절연층/형광층/절연층/배면전극으로 구성되었다. 위의 3가지 모델의 광학적 특성 분석을 위해서 EL 스펙트럼, CIE coordinate system, 휘도를 측정하였다. 특히 WK-B는 두 전극사이에 절연체와 형광체가 혼합되어 있는 단일 발광층을 가지고 있는 구조로 고휘도를 나타냈다. 그리고 최대 휘도를 갖는 WK-B의 절연체와 형광체의 최적 혼합비를 찾았다.

2. 실 험

PELD에 사용되는 시료는 먼저, Cyanoresin(CS-V,Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd)과 N,N-Dimethylformamide(Junsei Chemical Co.,Ltd)을 1:2.5로 혼합한 바인더와 후막 형성이 가능한 절연체와 형광체이다. 절연체로는 BaTiO₃를, 형광체로는 ZnS:Cu (Sylvania 99.9%)를 사용하였고, 전극은 Silver paste를 사용하였다. 절연체로 유전율이 높은 세라믹 유전체인 BaTiO₃의 사용은 전극사이의 전계밀도를 증가시켜 낮은 문턱 전압과 고휘도의 PELD를 만들 수 있는 장점을 가지고 있기 때문이다 [2]. 혼합한 시료를 ITO필름 위에 절연체, 형광체 순서로 spin coating 하였고, 전극은 screen printing 하였다. 본 연구에서는 표 1과 같은 3가지 구조의 PELD를 제작하였고, 그 중 가장 높은 휘도 특성을 갖는 WK-B 모델(ITO film/절연층+형광층/silver paste)에 대한 BaTiO₃ : ZnS:Cu의 비율을 7:3부터 2:8까지 변화하면서 최고의 특성을 나타내는 비율을 찾았다.

빛의 밝기는 두께 및 유전상수등에서 좌우 되는데, 이것은 형광체 입자에 영향을 미치는 전계가 절연체와 형광체의 두께 및 유전율에 따라 달라지기 때문에 [3], 절연층과 형광층의 두께를 40~43μm로 균일하게 하였다.

표 1. PELD의 구조

Table 1. Structure of PELDs

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

제작된 PELD의 광학적 특성은 EL 스펙트럼, CIE coordinate system, 휘도 측정을 통하여 분석했다. PELD에 인가되는 전원은 주파수 발생기의 신호를 증폭하여 사용하였다.

EL 스펙트럼은 그림 1과 같이 PELD에 전압을 100 V로 고정하고 주파수를 400 ~ 20000Hz까지 변화 시키면서 monochromator (DARSA-2000 SYSTEM, PSI)를 통해 측정하였다. CIE coordinate system에서 PELD의 좌표값은 monochromator를 통해 측정된 값을 연산하여 분석하였다. PELD의 휘도는 주파수를 400 Hz로 고정하고 전압을 0~200 V로 변화 시키면서 photometer (PASCO scientific, OS-8020)로 측정하였다.

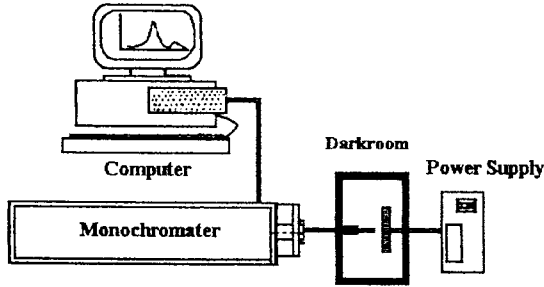


그림 1. EL 스펙트럼 측정 장치도

Figure 1. Diagram of instruments for EL spectrum

3. 실험 결과 및 토의

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

EL 스펙트럼에서 WK-A,B,C는 Cu의 peak값이 500.4nm와 462.2nm에서 존재하였다. 특히 1000 Hz를 중심으로 주파수가 증가함에 따라, 발광중심인 Cu의 에너지 준위가 green 발광 준위에서 blue 발광 준위로 변함을 볼 수 있다. 본 연구에서 새롭게 제작한 PELD (WK-B)의 경우 그림에서 보는 바와 같이 기존의 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.

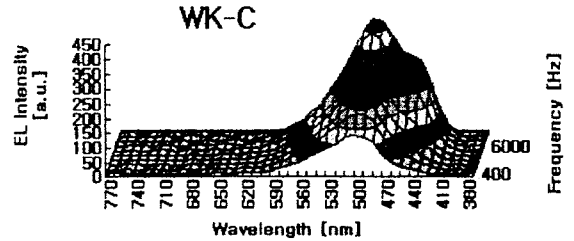
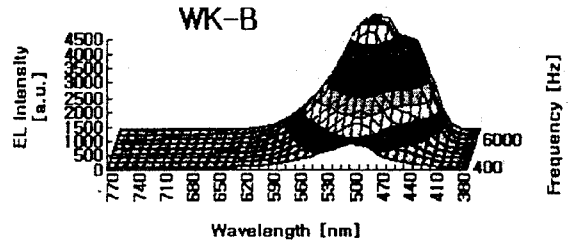
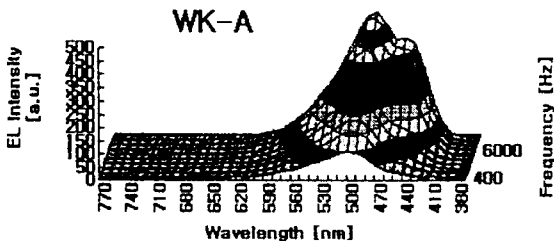


그림 2. PELD의 EL 스펙트럼

Figure 2. EL spectrum of PELD

EL 스펙트럼에서 좋은 결과를 얻은 WK-B는 전극사이에 절연체와 형광체가 혼합된 단일 발광층으로 구성된 형태이다. 따라서 WK-B의 발광층에서 절연체와 형광체의 최적 혼합비율을 찾기 위해서 절연체와 형광체의 혼합비율을 7:3부터 2:8까지 변화시켜 휘도 측정을 하였다. 혼합비율의 변화에 따른 휘도 측정시 인가된 전압은 100V이고 주파수는 400 Hz였다. 그림 3처럼 WK-B는 BaTiO₃ : ZnS:Cu의 혼합 비율이 3:7일때 가장 좋은 발광 특성을 나타내었다.

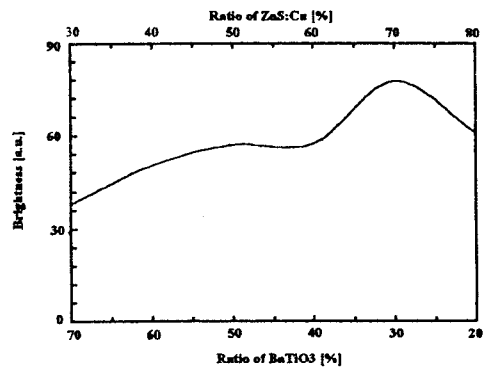


그림 3. WK-B의 혼합비율에 따른 휘도

Figure 3. Brightness of WK-B with ratio variation

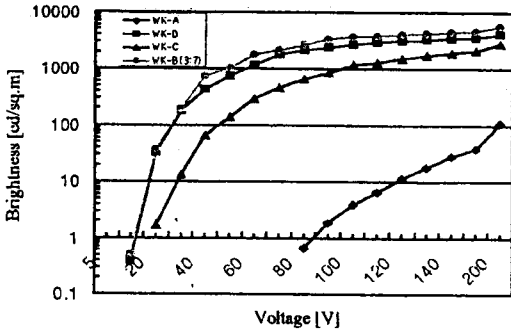


그림 4. 인가 전압변화 따른 휘도

Figure 4. Brightness with applied voltage variation

그림 4는 WK-A,B,C와 최적의 혼합비를 가진 WK-B(3:7)의 휘도이다. 이때 사용한 주파수는 400 Hz이고 인가전압은 0~200V까지 변화했다. EL 스펙트럼의 결과에서와 같이 WK-B는 30V의 저전압에서도 100 cd/m²의 높은 휘도를 나타냈다. 특히 최적의 혼합비율을 가진 WK-B(3:7)의 경우는 200 V, 400 Hz에서는 5700 cd/m²의 높은 휘도를 나타냈다. WK-A와 WK-B는 투과성이 좋지 못하여 휘도 특성이 낮은 것으로 사료된다.

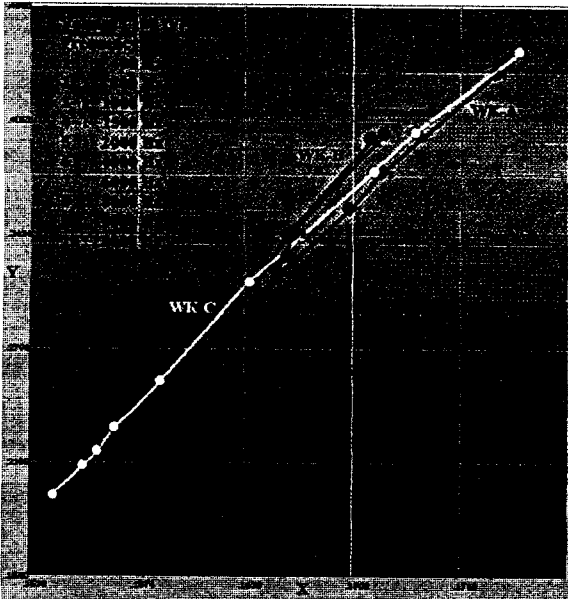


그림 5. 주파수 변화에 따른 CIE coordinate system

Figure 5. CIE coordinate system with frequency variation

그림 5는 3가지 PELD와 최적의 혼합비를 가진 WK-B(3:7)의 주파수 변화에 따른 CIE coordinate system에서 좌표의 궤적이다.

EL 스펙트럼에서 설명된 바와 같이 Cu는 가시광선 영

역에서 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 좌표패적을 갖을 수 있다.

4. 결 론

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

결론적으로 최적의 혼합비를 갖는 WK-B (3:7)은 다른 구조를 갖는 소자에 비해 큰 EL intensity가 있었고, 200V 400 Hz의 인가전압에서 5700 cd/m²의 높은 휘도를 나타냈다.

[참 고 문 헌]

- [1] Destriau, O.W., "EL of crustalline ZnS:Mn powder AC EL devices", Chem. Phys. 33, 586, 1936
- [2] 김창홍, 변중홍, "EL형 형광체의 제조에 관한 연구", 과학기술처, 1, 17, 1989
- [3] H.Kozawaguchi, J.Ohwaki, B.Tsujiyama, K.Murase, "Proceeding of the SID", 23, 181, 1982