

論文94-31A-5-12

# 전계발광램프의 제작 및 특성

## (Fabrication and Characteristics of Electroluminescent Lamp)

朴昱東\*, 崔圭萬\*\*, 崔炳振\*, 金基完\*

(Wug Dong Park, Kyu Man Choi, Byoung Jin Choi and Ki Wan Kim)

### 要約

스크린 프린팅법에 의해 전계발광램프를 제작하고 그 특성을 조사하였다. 이 때 BaTiO<sub>3</sub> 유전층과 ZnS:Cu 형광층의 두께는 각각 20  $\mu\text{m}$ 와 40  $\mu\text{m}$ 였다. 녹색 전계발광램프의 임계전압은 50 V<sub>p-p</sub>였으며 최대 휘도는 700 Hz의 주파수와 250 V<sub>p-p</sub>의 인가전압에서 13.5 W/cm<sup>2</sup>였다. 또한 dopant로 Rodamin G6를 0.02 g 첨가시킨 백색 전계발광램프의 임계전압은 70 V<sub>p-p</sub>였으며, 최대휘도는 인가전압이 250 V<sub>p-p</sub>일 때 34  $\mu\text{W/cm}^2$ 로 나타났다.

### Abstract

The EL lamp have been fabricated by screen printing method. the thickness of BaTiO<sub>3</sub> dielectric layer and ZnS:Cu phosphor layer was 20  $\mu\text{m}$  and 40  $\mu\text{m}$ , respectively. The threshold voltage of green EL lamp was 50 V<sub>p-p</sub> and the maximum brightness was 13.5  $\mu\text{W/cm}^2$  at frequency of 700 Hz and the input voltage of 250 V<sub>p-p</sub>. Also when the Rodamin G6 of 0.02 g was doped, the threshold voltage of white EL lamp was 70 V<sub>p-p</sub> and the maximum brightness was 34  $\mu\text{W/cm}^2$ .

### 1. 서론

발광(luminescence)이란 형광체의 원자가 외부로부터 에너지를 흡수하여 전자를 여기시키고, 다시 기

저상태로 떨어질 때 광양자를 방출하는 현상을 말한다. 이 때 전자를 여기시키는 방법에 따라서 방사선 발광(radioluminescence), 음극선발광(cathodoluminescence), 화학발광(chemiluminescence), 광발광(photoluminescence), 열발광(thermoluminescence), 전계발광(electroluminescence) 등으로 구분할 수 있다. 전계발광램프는 1936년 프랑스의 물리학자 Destriau에 의해서 처음으로 제안된<sup>1-4)</sup> 이후 많은 연구가 이루어졌으며 1973년 Bell연구소에서는 희토류 원소를 첨가한 ZnS 박막전계발광램프

\* 正會員, 慶北大學校 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)

\*\* 正會員, 關東大學校 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Kwandong Univ.)

接受日字 : 1994年 6月 1日

를 제작하였다.<sup>15,16</sup> 이 전계발광램프는 후께가 얇고, 충격에 강하며, 다루기 쉬울 뿐만 아니라, 균일한 휘도를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 열의 발생이 없어서 램프의 수명을 길게 할 수 있고, 종래의 조명 기구에 비하여 전력소모가 매우 적다.<sup>11</sup> 그리고 형광체의 선택에 따라서 여러가지 색상의 빛을 발생시킬 수 있다.

따라서 종래의 백열전등이나 형광조명의 한계를 극복하고, 휘도, 수명 및 용도면에서 개선된 전계발광램프는 액정표시기(LCD)의 후면 광원(back light)에서부터 장식용 조명, 사무장비 및 표시기 등에 많이 응용되고 있다.

본 연구에서는 전기장에 의해서 생성된 에너지성 전자(hot-electron)가 발광중심의 상호작용에 의해서 빛을 방출하는 전계발광램프를 제작하고 그 특성을 조사하였다.

### II. 실험 및 측정

본 실험에서 제작한 전계발광램프의 구조는 그림 1과 같다. 먼저 하부전극으로 알루미늄층 기판을 사용하였으며, 유전층(BaTiO<sub>3</sub>)과 레진을 후막도포기를 이용하여 20 μm의 두께로 도포한 다음 140 °C에서 20분동안 열처리를 하였다. 그 위에 형광층(ZnS:Cu)을 40 μm의 두께로 도포한 다음 다시 열처리하였다. 그리고 상부전극으로는 투명도전필름(ITO)를 사용하였다. 이 후 소자의 손상을 방지하기 위하여 최외곽도포를 하였다.

표 1은 유전층 및 형광층의 페이스트 제작조건을 나타낸 것이다.

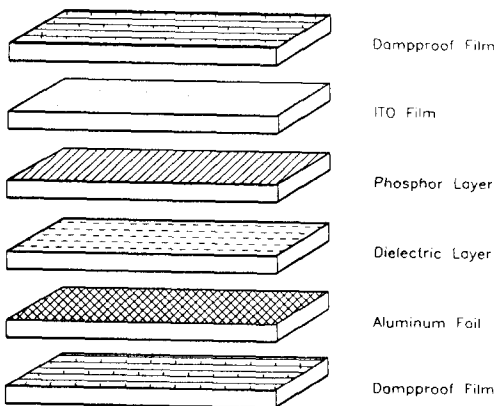


그림 1. 전계발광램프의 구조  
Fig. 1. Schematic structure of EL lamp.

표 1. 페이스트 제작조건  
Table 1. Fabrication condition of paste.

첨가물질	유전층	형광층
레진	10 g	10 g
DMF	23.3 g	23.3 g
접착제	2 g	2 g
BaTiO <sub>3</sub>	24 g	.
ZnS:Cu	.	30 g

제작된 전계발광램프의 특성은 휘도계(Tektronix J6502), 주파수 counter(Tektronix YM 504), Monospec 18(Thermo Jarrell Ash TM 88-47.82, 478.479)등의 장비를 사용하여 주파수와 인가전압의 변화에 따른 휘도와 스펙트럼특성을 조사하였다.

그림 2는 전계발광램프의 측정회로를 나타낸 것이다.

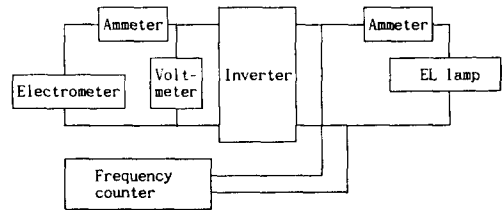


그림 2. 전계발광램프의 측정회로  
Fig. 2. Measurement circuit of EL lamp.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 녹색 전계발광램프의 특성

그림 3은 녹색 전계발광램프의 인가전압에 따른 휘도특성을 나타낸 것이다. 측정된 임계전압은 50 V<sub>pp</sub> (22.5 Vrms)였으며, 점차 인가전압이 증가함에 따라 휘도는 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 인가전압이 250V<sub>pp</sub>(88 Vrms)일 경우 휘도는 14.5μW/cm<sup>2</sup>로 나타났다.

이는 계면에서의 주입된 캐리어들의 이온화와 터널링 캐리어가 증가하기 때문으로 생각된다 그림 4는 인가전압을 180 V<sub>pp</sub>로 고정시키고 주파수를 변화시켰을 때의 휘도특성을 나타낸 것이다. 주파수가 증가함에 휘도는 증가하였으며, 주파수가 700 Hz이상이 되면 감소하는 경향을 나타낸다.

이는 주파수가 200~700 Hz에서는 유전층과 형광층 사이의 계면으로부터 수송되는 캐리어의 양이 증가함으로써 휘도는 증가하게 되고, 700 Hz이상의 주파수에서는 수송된 캐리어가 전장에 의해서 가속될 수 있는 시간이 적기 때문이다.

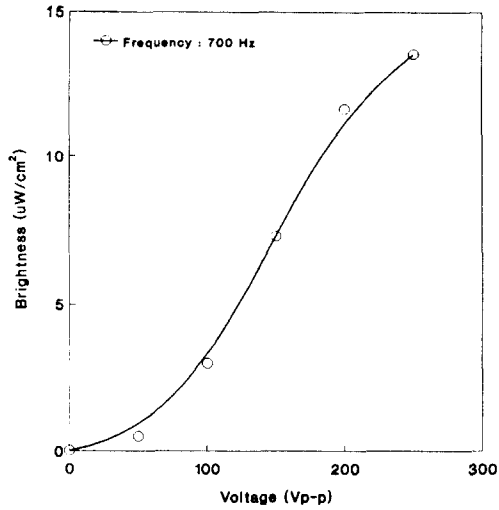


그림 3. 인가전압에 따른 휘도특성  
Fig. 3. Characteristic of brightness with input voltage.

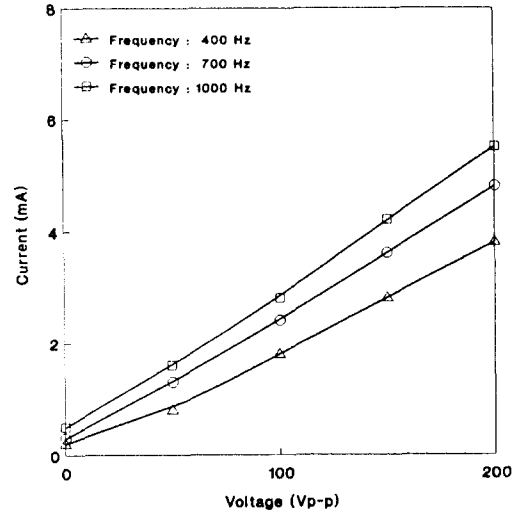


그림 5. 주파수와 인가전압의 변화에 따른 교류전류  
Fig. 5. AC current with frequency and input voltage.

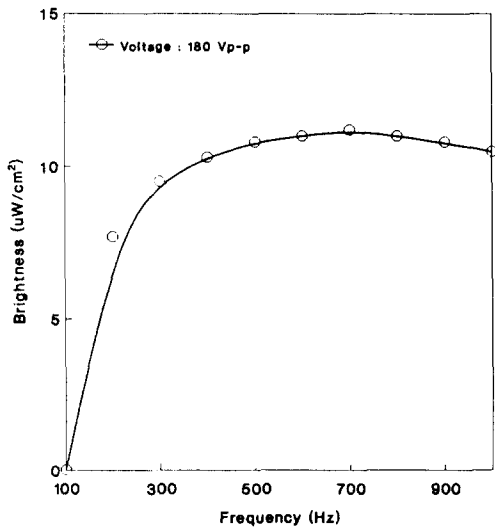


그림 4. 주파수 변화에 따른 휘도특성  
Fig. 4. Characteristic of brightness with frequency.

나타났다. 먼저 주파수가 400 Hz인 경우 전계발광램프에 흐르는 전류가 적어서 열의 발생은 적지만 휘도는 낮았다. 반면 주파수가 1000 Hz이상인 경우에는 상대적으로 전계발광램프에 흐르는 전류가 커서 열적 손실이 컸다. 따라서 인가주파수가 700 Hz일 때가 적당하다고 생각된다.

그림 5는 주파수와 인가전압의 변화에 따라 녹색 전계발광램프에 흐르는 교류전류를 나타내는 것이다. 이때 전극면적은  $8 \text{ cm}^2$ 였다. 인가전압이  $180 \text{ V}_{\text{p-p}}$ 일 경우 전계발광램프에 흐르는 교류전류는 주파수가 400, 700 및 1000Hz에서 각각 3, 4 및 4.8 mA로

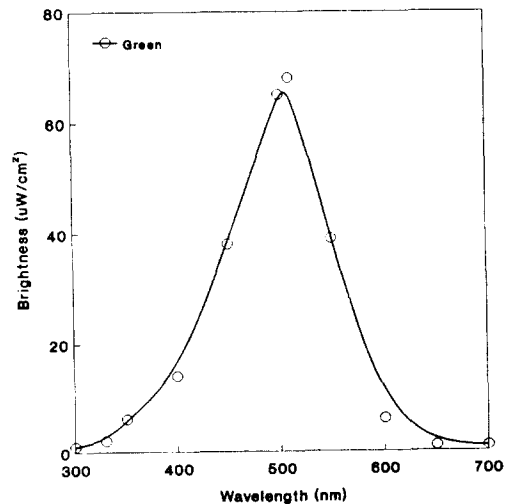


그림 6. 녹색 전계발광램프의 스펙트럼특성  
Fig. 6. Spectrum characteristic of green EL lamp.

그림 6은 녹색 전계발광램프의 스펙트럼특성을 나타낸 것이다. 파장이 5100 Å에서 최대 피크값은  $68 \mu\text{m}/\text{cm}^2$ 으로 나타났으며, 반치폭(FWHM)은 1100 Å이었다.

2. 백색 전계발광램프의 특성

그림 7은 30 g의 ZnS:Cu 형광층에 dopant로 Rodamin G6를 0.02 g 첨가시켰을 때 전계발광램프의 인가전압에 따른 휘도특성을 나타낸 것이다.

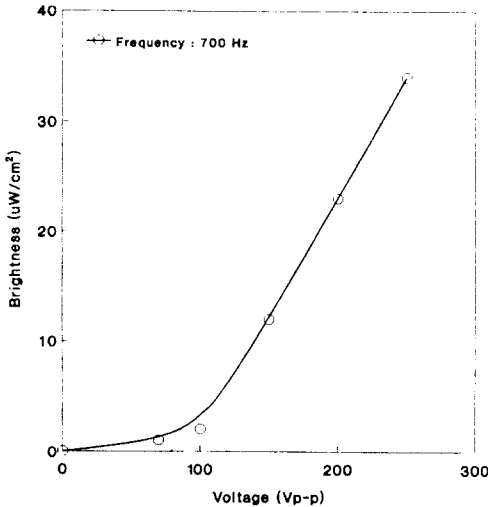


그림 7. 인가전압에 따른 휘도 특성

Fig. 7. Characteristic of brightness with input voltage.

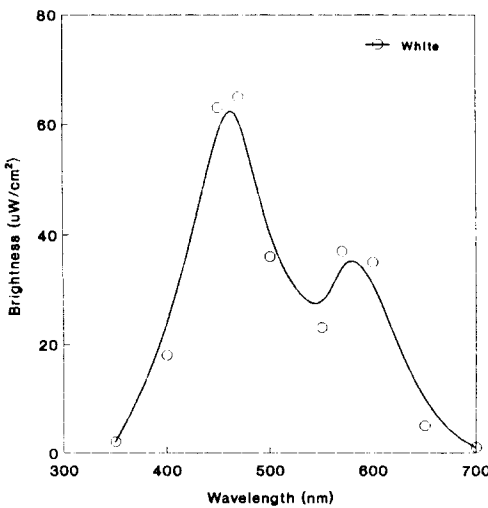


그림 8. 백색 전계발광램프의 스펙트럼특성

Fig. 8. Spectrum characteristic of white EL lamp.

임계전압은  $70 V_{pp}$ 였으며, 인가전압이  $250 V_{pp}$ 일 때  $34 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 으로 가장 좋은 휘도 특성을 나타내었다.

그림 8은 Rodamin G6를 0.02 g 첨가시킨 백색 전계발광램프의 스펙트럼특성을 나타낸 것이다. 형광층의 금지대내에 생긴 포획준위의 영향으로 470 nm 와 570 nm에서 피크가 나타났으며, 백색에 가까운 빛을 발산함을 알 수 있다.

IV. 결론

스크린 프린팅법을 이용하여 전계발광램프를 제작 하고 그 특성을 조사하였다. 이때 유전층으로는 BaTiO<sub>3</sub>를 사용하였고, 형광층으로는 ZnS:Cu를 사용하였다. 녹색 전계발광램프의 임계전압은  $50 V_{pp}$ 였으며 최대 휘도는  $250 V_{pp}$ 에서  $13.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 였다. 그리고 최적 인가주파수는 700 Hz였으며, 인가 전압과 주파수가 증가함에 따라 전계발광램프에 흐르는 교류전류는 증가함을 알 수 있었다. 이 때 전계발 광램프의 스펙트럼특성은 5100 Å에서 피크가 나타났고 반치폭(FWHM)은 1100 Å였다. 또한 dopant로 Rodamin G6를 0.02 g 첨가시킨 백색 전계발광램프의 임계전압은  $70 V_{pp}$ 였으며, 최대휘도는 인가전압이  $250 V_{pp}$ 일 때  $34 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 로 나타났다. 이렇게 하여 제작된 전계발광램프는 액정표시기 (LCD)의 후면광원에서부터 장식용 조명, 사무장비 및 표시기 등에 응용할 수 있다.

參考文獻

- [1] A. G. Fisher, "Luminescence of inorganic solids," Academic Press, New York, p. 541, 1966.
- [2] J. Kirton, "Handbook on semiconductors," vol. 4, North Holland Publishing Company, Amsterdam, p. 665, 1981.
- [3] 中西洋一郎, "ELDにおける 材料の 技術動向と展望," トリケツプ0스 WS 51, 東京, p. 93, 1985.
- [4] 森口敏生, "ハシケライト用 EL 략프0," トリケツプ0스 WS 51, 東京, p. 103, 1985.
- [5] Richard S. Crandel et al., "Model for electro-luminescence in Alkaline - Earth-Sulfide", SID 87 Digest, pp. 245-248, 1987.
- [6] R. Mach and G.O. Muller, Phy. Stst.

- Sol. Vol. 69, p. 11, 1982.
- [7] P. M. Alt, Proc. SID, vol. 25, no. 2, p. 123, 1984.
- [8] Yoshihiro Hamakawa et al., "Tunable color electro-luminescent cell, opto-electronics", no. 1, pp. 31-46, 1988.
- [9] G. O. Muller et al., "Degaraclution mechanism of ac thin film electro-luminescent display", SID 88 Digest, pp. 23-66, 1988.
- [10] K.F. Brennon et al., "The variably spaced superlattice electroluminescent display", *J. Appl. Phys.*, vol. 61, no. 12, 1987.
- [11] N. Masuda et al., "A new white-emitting phosphor screen for monochrome display CRT", Japan display 88, pp. 152-154, 1988.

---

 著 者 紹 介
 

---

## 朴 昱 東(正會員)

1963年 1月 8日生. 1986年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1988년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1984년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1994년 3월~현재 동양공과대학 전자공학과 전임강사. 주관심 분야는 반도체 물성 및 이미지센서 등임.

## 崔 圭 萬(正會員)

1957년 1월 2日生. 1981년 2월 28일 부산대학교 물리학과 졸업(이학사). 1983년 8월 27일 부산대학교 대학원 물리학과 졸업(이학석사). 1991년 2월 25일 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1981년 4월 20일~1983년 10월 5일 부산대학교 물리학과 조교. 1983년 9월 26일~1989년 8월 23일 삼성전관(주) 종합연구소 선임연구원. 1989년 9월 1일~현재 관동대학교 전자공학과 조교수. 주관심 분야는 TFEL 및 Display 소자 등임.

## 崔 炳 振(正會員)

1963년 11월 16日生. 1990년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1992년 2월~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정. 주관심 분야는 박막EL 및 반도체물성 등임

## 金 基 完(正會員)

1935년 12월 1日生. 1959년 2월 연세대학교 물리학과 졸업(이학사). 1961년 2월 연세대학교 대학원 물리학과 졸업(이학석사). 1983년 8월 부산대학교 대학원 물리학과 졸업(이학박사). 1978년 8월~1979년 8월 Imperial College of S & T, 방문교수. 1992년 3월~1994년 3월 경북대학교 공과대학 학장. 1974년~현재 경북대학교 전자공학과 교수. 주관심 분야는 박막EL, 박막트랜지스터 및 이미지 센서 등임.