LCD 후면 광원용으로 우수한 Uniformity를 갖는 분산형 EL

권 순 석, 임 민 수, 임 기 조, 박 수 길*, 류 부 형**
충북대학교 전기공학과, *충북대학교 공업화학과, ** 동국대학교 산업안전과

Powder Type Electroluminescence Display with Good Uniformity for LCD Backlighting

S.S. Kwon, M.S. Lim, K.J. Lim, S.G. Park*, B.H. Ryu**
Dept. of Elec. Eng. Chungbuk. Univ., *Dept. of Indu. Chem. Chungbuk. Univ., **Dept. of. Indu. Safe. Dongkuk

Abstract - Electrical and optical characteristics of Powder type EL display(P-ELD) in this study are described, In experimental results of V-J, current are increased with increasing the frequency and voltage. Luminance was increased with frequency. This is due to the positive space charge formed to cathode region. Lumiance at 150V, 20 kHz has 840 cd/m^2. This tendency is due to the decrease of capacitive reactance in insulator layer. Unifonmity of P-ELD shows 97%. CIE chromaticity with increasing frequency are shifted toward blue color. It can be explained in term of the difference of recombination energy.

1. 서 론

최근, 면발광형 분산형 EL은 LCD의 후면 광원으로 주목을 받고 있으며, 그의 응용 범위는 자동차용 acessory, 표시등, 계측기의 각종 표시 장치, 광고 관련 디스플레이, 항공기의 표시장치로서 매우 광범위하다. 이와 같은 광범위한 응용 가능성 때문에 활발한 연구가 진행되고 있다.

EL(Electroluminescence)은 두 전극 사이에 배치된 형광체에 전압을 인가하면 형광체에서 빛이 발생하는 현상으로 1936년 Destriau에 의해서 처음 확인되었다. 최근까지 분산형 EL의 연구 경향은 낮은 구동 전압의 실현, 높은 휘도를 갖는 청색 발광의 실현 및 다색화, 열화 특성의 개선등을 향하고 있다. 그러나, 청색 발광을 나타내는 분산형 EL의 휘도는 100 cd/m^2 정도로 한계를 보였으며, 발광 기구의 규명도 미흡한 편이고, 수명이 낮다는 문제점을 갖고 있다. 최근의 연구에서 분산형 EL의 휘도 특성은 구조의 변화, 새로운 형광체 및 절연체의 도입에 의해서 개선되고 있지만 아직까지 미흡한 편이다. 특히, 청색 발광을 나타내는 분산형 EL에 대한 연구가 부족하다.

본 연구에서는 고휘도의 청색 발광 분산형 EL을 제작하기 위하여 ZnS계 형광체를 사용하고, 인쇄 기법에 의해서 제작된 분산형 EL의 전압-전류 특성, 파장 특성, 열화 특성을 측정하여 평가 고찰하고자 하며, 고휘도 및 장수명의 청색 발광 분산형 EL의 실현 방안에 대하여 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 제작 및 특성 평가

청색 발광 분산형 EL을 실현하기 위하여 기초 설계를 한 후 ITO 필름 위에 상온용 Ag페이스트를 ㄷ모양으로 인쇄하였다. ㄷ가 인쇄된 ITO 필름위에 형광체 페이스트를 50 μm의 두께로 인쇄하였다. 형광체 페이스트를 만들 때 cyano 바인더와 형광체의 비율을 1.5:1의 비율로 혼합하여 입자가 고르게 분포되도록 하기 위하여 3시간 이상 스푼으로 혼합시켰다. 또한, 절연체 페이스트를 20μm의 두께로 인쇄한후, 그 위에 반사전극으로 사용하기 위하여 상온용 Ag 전극을 인쇄하였다. 한편, 인쇄시 200 mesh를 사용하였다. 이상의 과정을 통하여 실현된 분산형 EL의 구조는 그림 1과 같다. 측정은 인가 주파수의 범위를 400 Hz부터 20 kHz로 하였으며, 인가 전압은 10~150 V로 하였다. 특성의 측정은 상온에서 행하였다.

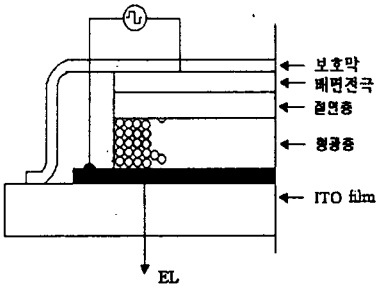

Fig.1 Cross sectional sklcture of P-ELD

2.2

그림 2는 여러 주파수에서의 전압의 변화에 따른 전류 특성 곡선이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 분산형 EL의 V-J 특성 곡선은 일정한 주파수에서 전압이 증가함에 따라 전류는 증가하며, 일정한 전압에서 전류는 주파수에 크게 의존하고 있는 것을 볼 수 있다. 분산형 EL을 흐르는 전류의 전압 의존성

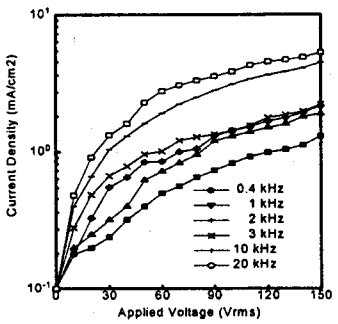

Fig. 2. V-J characteristics of AC powder type EL

은 형광체로부터 여기되는 전자의 수로 해석할 수 있다. 또한 전류의 주파수 의존성은 절연층, 형광층의 용량성 리액턴스의 변화에 기인되는 것이고, 특히 절연층의 용량성 리액턴스의 변변화가 크다

그림 3은 주파수 변화에 대한 발광 개시 전압특성이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 400 kHz에서는 23 Vrms의 발광 개시 전압 값을 보였으며 주파수가 증가하여 20 kHz에서는 12.8 Vrms의 발광 개시 전압의 값으로 점점 감소하는 것을 보여주고 있다. 절연층의 용량성 리액턴스의 값이 적어져 일정한 전압에서 주파수가 증가하면 형광층에 인가되는 전계를 강화시키게 되어 발광 개시 전압은 주파수가 증가하면 감소하는 것으로 보여진다.

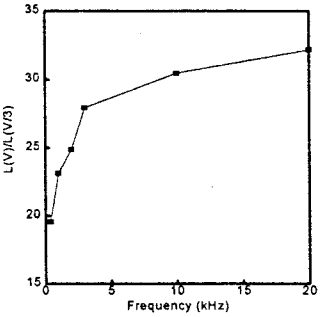

Fig. 3. Variation of light emission voltage with frequence

그림 4은 여러 가지 주파수에서의 전압에 따른 휘도 특성을 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 90 V까지는 전압의 증가에 따라 휘도는 증가하고, 주파수가 증가할 수록 휘도는 개선되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 경향은 전압이 증가할수록 P-Cu_2S의 needle에 전계가 강화되어 needle의 첨단으로부터 방출되는 전자의 수가 증가하기 때문이다. 또한 주파수의 증가에 따라 휘도가 증가하는 것은 형광체의 끝단에 형성된 공간 전하의 량이 주파수가 증가함에 따라 증가하여 재결합의 기회가 증가한 것에 기인된 것이다. 그러나, 주파수가 증가하면 형광체로부터 비롯된 캐리어수의 증가로 $\varepsilon''(V)$이 증가하여 주울열의 증가를 일으키게 된다.

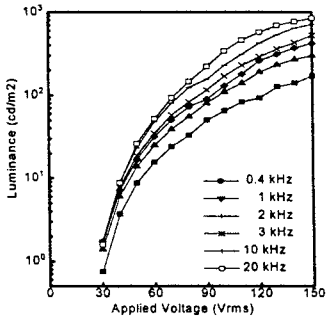

Fig. 4 Luminance-Applied voltage characteristics of powder type EL

그림 5은 150 V, 20 kHz에서의 동작할 때의 분산형 EL의 사진이다. 사진으로부터 균일한 면발광을 하는 면발광체임을 알 수 있고, 표 1은 그림 5에서 면발광 면적을 9등분하여 휘도 분포를 나타낸 것이다.

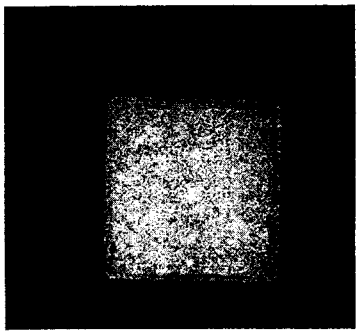

Fig. 5 Photo of the powder type EL in operation condition of 150V, 20kHz

표1에서 균일도는 97 %를 보였다. 표 1에서 휘도 분포가 다르게 나타나는 것은 형광체와 바인더의 혼합비가 각 등분마다 다르기 때문에 나타나는 것으로 생각된다.

Table. 1 Luminance Distribution of P-ELD

100 % (1200 cd/m^2)	96% (1150 cd/m^2)	97% 1160 cd/m^2
97% 1175 cd/m^2	100 % 1200 cd/m^2	99% 1194 cd/m^2
98% 1180 cd/m^2	94% 1130 cd/m^2	98% 1184 cd/m^2

인가 전압이 50, 100, 150V, 400Hz~20 kHz의 주파수 범위에서 색좌표 특성은 일정한 주파수에서 인가 전압의 변화에 대하여 색좌표는 거의 일정한 것을 알 수 있다. 그러나 일정한 전압에서 주파수가 변화함에 따라 색좌표는 크게 변화하는 것을 알 수 있다. 즉, 150V, 400Hz에서는 xy 좌표가 0.17, 0.37을 보이다가 주파수가 증가하여 15V, 20kHz 에서는 xy 좌표가 0.15, 0.15로 크게 변화된 값을 보였다. 이것은 저주파에서는 녹색 발광을 하며 고주파에서는 청색 발광을 하는 것을 나타낸다. 따라서, 밝은 청색 발광의 분산형 EL을 실현하기 위해서는 높은 주파수로 구동하고 형광체에 높은 전계가 인가되도록 인가전압을 높게 하면 실현 할 수 있음을 의미한다.

그림 6은 주파수 변화에 대한 효율 특성을 준다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 효율은 1보다 낮게 나타났다. 이것은 현재

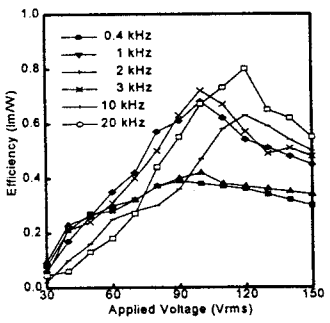

Fig. 6 V- η characteristics in various frequency

까지 연구된 분산형 EL의 효율과 비슷한 값이다. 그리고, 효율은 대부분의 주파수에서 인가 전압이 80V와 90 V까지는 증가하고 그 이후는 감소하는 경향을 보였다.
그림 7은 시간에 따른 휘도 변화를 보인 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 400 Hz 및 1 kHz의 낮은 주파수에서는 휘도는 거의 일정한 값을 유지하였으나, 2 kHz 이상의 주파수에서는 매우 크게 감소하였다. 따라서 2 kHz이상의 주파수에서 분산형 EL을 구동시키는 것은 바람직하지 않다. 높은 주파수에서 분산형 EL을 구동시키기 위해서는 2중 절연층 구조를 취해야하며, 현재 본 연구실에서 연구가 진행되고 있다.

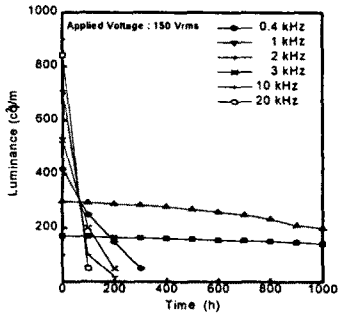

FiG. 7. Degradation Characteristics in various frequency

3. 결 론

본 연구에서는 분산형 ELD와 평판 형장 램프를 LCD의 후면 광원에 응용하기 위한 목적으로 연구하였다. 연구 방법은 우선 분산형 ELD와 평판 형광램프에 사용되는 재료에 대한 특성을 고찰하였으며, 이와 같은 고찰을 바탕으로 인쇄 기법으로 디스플레이를 제작하고, 제작된 디스플레이의 전기 및 광학적 특성을 검토하여 발광기구등을 고찰하였다. V-J특성으로부터 전류는 주파수에 크게 의존하는 것은 각 층의 용량성 임피던스의 변화에 기인되는 것으로 해석하였다. 휘도 특성으로부터 주파수의 증가에 따라 발광 개시 전압은 감소하고, 휘도는 150 V, 400 Hz에서 370 cd/m^{2}의 값과 150 V, 20 kHz에서 540 cd/m^{2}을 나타냈으며 주파수가 증가함에 따라 비직선성이 개선되는 것을 알았다. 그리고 색좌표는 150V, 400 Hz에서 x y좌표가 0,17, 0,37의 값이 얻어졌으며 150 V, 20 kHz에서는 0.15, 0.15의 값을 보였다. 이것은 발광색이 주파수 의존성을 나타내는 것을 의미한다. 그리고, 분산형 EL의 균일도는 97 %로 우수한 면발광채임을 확인하였다. 발광 특성이 주파수 의존성을 보이는 것은 공간 전하에 의한 전계 강화 효과로 해석하였다. 수명 특성으로부터 분산형 EL은 150 V, 1 kHz에서 동작시키는 것이 열화 특성, 발광 특성 등을 고려할 때 가장 바람직한 것으로 보여진다. 이상과 같이 분산형 ELD와 평판 형광 램프에 대한 실험 결과는 균일도가 훌륭한 면광원을 나타냈다. 이들 램프는 본 연구의 본래 목적인 휘도가 1000 cd/m^{2}이상의 면광원체로 LCD의 후면 광원으로 사용 할 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 자동차용 acessory, 표시등, 계측기의 각종 표시 장치, 광고 관련 디스플레이, 항공기의 표시장치로서 사용가능하고 분산형 ELD에서는 ITO 필름을 사용하였기 때문에 장난감등 그 응용은 대단히 많을 것으로 보여진다

[참 고 문 헌]

1, T.Shiga, K.Igarashi, S. Mikoshiba, S.Shinda," A Simple, 10,000 cd/m^2 Flat Fluorescent lamp with Good Uniformity for LCD Backlighting",'95, pp. 233-236, 1996.

2. Keoii Okamotn et al., "Low-Threshold-Voltage Thin-film Electroluminescent Devices" IEEE. Trans. Electron Devices, vol. ED-28, pp 698-705, 1981

3. K.W. Yang, S.John and T. Owen, "Studies of Temperature Effects in ac-Thin-Film EL Devices". IEEE. Trans. Electron Devices, vol. ED-28, pp.703-712, 1951

4. Hiroshi Sasakura, Hiroshi Kobayashi and Shosaku, "The Dependence of Electroluminescent Characteristics of ZnS:Mn Thin Films upon Their Device Parameters", J. Appl. Phys, vol. 52, pp. 6901-6909, 1981

5. L.C. 01sen, R.C.Bohara and 0.L.Burton, "Vacuum Evaporated Conducting ZnS Films", Appl. Phys. Lett., vol. 34, pp 528-533, 1979

6. D.J. Robbins, D.J. DiMaria and D.W. Dong, "A Stody of the Electrical and Luminescence Characteristics of a Novel Si-Rinsed thin film Electroluminescent Device", J. Appl. Rlys, vol. 54, pp. 4553-4557, 1983