고유전 유전막을 적용한 Inorganic EL Device 제작 및 특성 연구

이건섭, 유지호, 안성일, 이성의
한국산업기술대학교 신소재공학과

The Study of fabrication and characteristics of Inorganic EL Device with combination of high dielectric constant layer

gun-sub Lee, ji-ho Ryu and , sung-li An ,seong-eui Lee
Dept ., of Advanced material engineering Korea Polytechnic Univ.

Abstract

In this paper, we report the characteristics inorganic EL device with high dielectric constant materials of PMN, PZT. Fabricated EL device shows stable light emission even at 20kHz -400Volt without any break down failure. Brightness voltage curve of EL device is same with typical EL. As increasing applied voltage, the brightness increased linearly. From the results of Frequency and duty ratio variation, over 50% of brightness increment was seen. Luminous efficiency was increased upto 200V range and saturated over 200V by slow increasement of light emission. We got e bright stable emission of 1733 cd/m2 at the condition of Frequency 35 KHz, Duty 10%, 400V.

Key Words : PZT, PMN, Insulator, dielectric, Paste

1. 서 론

무기EL 디스플레이는 고체재료에 전계를 가하였을때 발광하는 현상 (electroluminescent display)을 이용한소자로서, 그 발견은 1936년으로 Destriau등이 ZnS형광체 분말에 분산되어 있는 유전체층에 강한전계를 가하여 발광현상을 보이면서 연구개발이 시작되었다. 특히1980년대 초에 샤프사에서 개발에 성공한 멀티컬러 디스플레이, 최근 박형 휴대폰키패드광원으로 사용되는 평면광원, 단색정보표시 패널 등은 실용화되어 오늘날에 이르렀다[1]. 그러나 , 휘도와 효율의 한계로 인하여 풀 컬러화 디스플레이 등의 응용에는 적용되고 있지 못하는 실정이다. 본 연구에서는 고효율 고휘도의 EL 광원을 목적으로, EL 소자에 가장 큰 영향을 미치는 유전체막으로, 고유전 물질을 적용, 스크린 프린팅 및 스핀코팅 방법 형성하여, EL 소자를 제작하고, 효율 및 휘도를 평가하였다.

2. 실 험

그림 1는 소자의 구조를 나타내었다. 소자의 기판은 고온에서도 안정적인 Alumina (Al2O3)를 사용하였으며, 크기는 Size 5.5×5.5mm 두께 0.7mm로 하였다. 기판위의 하부전극은 고온에서도 안정한 Au(Ferro 30-025)를 사용하였으며, Screen Printing방법으로 형성하였다. 이때 건조조건은 120℃에서 10분간 유지하였고, 그후 배치로를 이용하여 850℃에서 10분간 소성하였다. 유전막은 PMN 분말[2](Lead Magnesium Niobate, Ferro사)과 PbO-SiO 계 Frit(V1766 VIOX CORPORATION 사)을 Paste화 하여 Au 전극 과 같은 방식으로 Printing을 하고, 역시 850℃에서 10분간 소성하였다. 형성된 PMN유전막위에 계면층의 평탄화를 위하여 PZT(Lead Zirconum Titanate)[3] sol을 Spin coating 하였고, Gel화 시키기 위해 소성은 300℃ ~ 650℃ 구간에서 빠르게 가열하고 650℃구간에서는 10분간 유지 하였다. Phosphor는 Dupont 8152L 으로 블루그린(ZnS:Cu.Cl)을 사용하여 Printing 했으며 건조는 120℃에서 10분간 유지하였다. 상부전극으로는 O_2 99.5%,Ar 0.5%인 혼합가스를 이용, 가스 Flow rate 3 × 10^{-3} sccm, 전압 280V, 전류 30mA의 조건으로 두께 3000Å 면저항 120Ω/□인 ITO층을 적층하였다. 형성된 소자의 단면 SEM사진을 그림 1에 나타내었다.

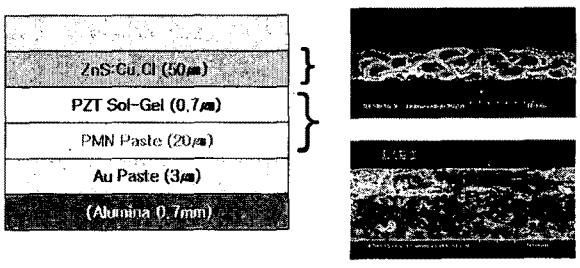

그림 1 소자 구조와 형광체Layer와 PZT+PMN Layer 단면 SEM 사진

소자의 특성평가는 전압, 주파수, Duty에 따른 휘도의 변화를 측정하였다. 휘도계는 Konica minolta, CS-200을 사용하였으며, 교류펄스duty (5~20%), Freqency (20~35

KHz), Voltage(35V~400V)범위에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

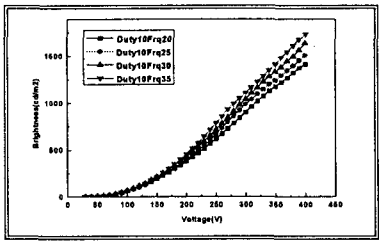

그림 2 Frequency와 전압 변화에 따른 Brightness 측정

그림 2는 Duty 10%로 고정하고 전압 및 Frequency 변화에 따른 휘도변화를 나타낸 것이다. 전압이 증가함에 따라 휘도가 직선적으로 증가하는 경향을 보이고 있으며, 400V일때 휘도값이 1733cd/m^2를 나타내었다. 주파수의 변화에 따른 휘도변화를 살펴보면 200V이하에서는 휘도의 차이가 크게 변화가 없었으며, 전압이 증가함에 따라 주파수에 따른 휘도의 변화폭이 증가하였다. 특히 400V의 경우 20KHz보다 35KHz에서의 휘도가 22%가 증가됨을 알 수 있다.

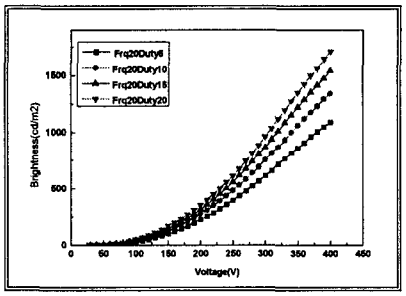

그림 3 Duty, Voltage 변화에 따른 Brightness 측정

그림 3은 Frequency를 20KHz 에서 고정하고, Duty 및 전압 변화 따른 휘도변화를 나타낸 것이다. 전압이 증가함에 따라 휘도가 증가 하였으며, 400V에서 1710cd/m2를 나타내었다. Duty의 변화에 따른 휘도변화는 Duty가높아짐에 따라 150V이상에서 증가폭이 커졌으며, 300V일때 duty 5% 보다 duty 20%의 휘도가 56%가 증가됨을 알 수 있었다. 그림 4는 전압 및 Duty변화에 따른 Efficiency를 나타 낸 그래프로 본 실험에 사용한 효율의 계산식은

$$n = \frac{\pi BS}{P_{on} - P_{off}}$$ [4] 이며. 여기서 P(watt)는 P = VI로 계산 되어 진다. 그림 4에서 나타나듯이 전압에 따라 효율의 변화는 전압에 따라 200V까지는 휘도가 크게 증가 되어 효율이 직선적으로 증가하는 경향을 보이다가, 그 이후부터는 일정하게 유지되는 경향을 보여 주고 있다. 이는 전압이 증가함에 따라 휘도가 서서히 증가하다가 점차 포화되고 있기 때문으로 생각된다. 한편 Duty가 높아짐에 따라 효율이 증가하는 경향을 볼수 있다.

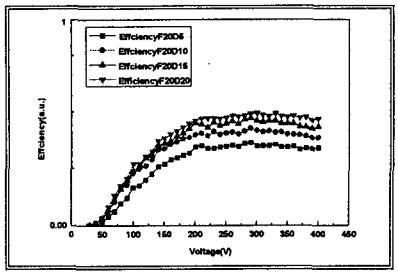

그림 4 Duty 및 전압의 변화에 따른 Effciency

이는 그림 3에서 살펴본 바와 같이, duty의 증가에 의한 휘도의 증가폭이 매우 커서 같은 전압대 에서 의 효율이 증가한 것으로 보인다. 전압 펄스폭에 따른 변화를 살펴보면 2.5㎲sec(duty 5%)에서 5.0㎲sec, 7.5㎲sec, 10㎲sec으로 증가함에 따라 점차적으로 효율이 증가하는 것을 볼수 있다. 한편 그 증가폭은 펄스폭이 증가함에 따라 둔화되는 것을 볼수 있다.

그림 5 EL Device 발광사진

그림 5 Frequency 20 KHz, Duty 20%에서 400V에서 EL device의 발광사진을 나타낸 것으로 휘도 1710cd/m^2이고, 절연 파괴 없이 구현된 모습을 보여주고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 고유전 물질인 PMN과 PZT를 적용하여 Inorganic EL Device를 제작 평가하였다. 소자의 평가 결과 20kHz, 400V이상의 높은 전압을 가했음에도 불구하고 절연파괴가 일어나지 않았다. Duty 및 Frequency 변화에 따른 휘도의 변화를 살펴본 결과 최대 56% 의 휘도상승 효과가 관찰 되었다. Effciency는 200V에서 포화가 시작되어 일정하게 유지되며, Duty가 높아짐에 따라 효율이 증가한다. 제작된 소자는 Frequency 35 KHz - Duty 10%, 400V의 전압조건에서 1733cd/m2의 휘도를 안정적으로 절연파괴 없이 나타내었다.

참고 문헌

[1] S.E.Lee. Korean Information Display Society 7.2 (2006)

[2] R. Wongmaneerung Materials Ssience and Engineering B 132 (2006) 292-299

[3] Zhan-jie Wang. Japanese Journal of Applied Physics Vol. 38 (1999) pp. 5342-5345

[4] Yoshimasa A. Ono Electroluminesent Displays No.4 (P 33 ~ 34 Eqs(34.36))