

혼합파우더 및 절연박막층을 이용한 PELED의 광학특성

EL Devices for LCD Backlight Based on ZnS:Cu Phosphor

박 수 길 · 조 성 렬 · 전 세 호 · 엄 재 석 · 이 주 성

Soo-Gil Park, Seong-Ryoul Cho, Sea-Ho Jeon, Jae-Sok Um*, Ju-Seong Lee**

Abstract: Electroluminescence is the light emission obtained by an electrical excitation energy passing through a phosphor under an applied high electrical field. EL are paid much attention on flat panel display as a backlight and indicator, which are divided into ACPEL(alternating-current powder electroluminescent) and ACTFEL(alternating-current powder electroluminescent).

In this paper, Electric and emission properties on ACPEL are investigated based on ZnS:Cu phosphor. The basic structure on this is ITO glass/phosphor/insulator/backelectrode, CR-M which has high efficiency on thermal properties and dielectric properties was introduced and BaTiO₃ as a insulating layer in order to increase applied electric field on phosphor. Changing on Dielectric and emission properties was caused by a different viscosity of binder which filled on space between phosphor particle. 60cd/m² under 60V, 2kHz sinusoidal was gotten from ACPELD prepared in this work.

Key Words(중요용어):ACPELD(교류후막 전계발광소자), ZnS:Cu Phosphor, BaTiO₃절연체

1. 서론

최근 산업의 정보통신 및 각종 광학기기 소자의 발달과 더불어 디스플레이 및 각종 표시소자는 비약적인 발전을 했다. 특히 디스플레이나 표시소자로서 구비해야하는 조건으로 경량, 박형, 고휘도, 장수명의 요건은 일반적이다. 또한 증착기술의 발달로 한단계 발전된 시대를 맞이하고 있다.

각종 광원이거나 표시소자용으로 연구가 진행되어 온 발광소자중 전계발광소자가 있다. 크게 나

뉘 파우더형과 박막형으로 구분할 수 있다. 박막형은 전자빔 증착에 의해 초박형으로 제작할 수 있으며, 전장에 의해 걸리는 전계를 높이기 위해 두 층의 절연층을 사용하며, 휘도특성이 좋아 디스플레이용 후면광원용으로 연구가 되고 있다. 한편 제작비의 저렴한 특성과 발광특성이 우수한 형광체의 개발 및 전계와 열에 의한 형광체의 여기를 통한 파우더형 전계발광소자가 있다.

본 실험에서는 파우더형 EL소자 제작에 있어 형광체의 개발 및 소자의 발광특성 및 소자의 수명 등을 종합적으로 연구를 하고 있다. 본 연구에서 이용한 형광체는 ZnS:Cu계열로서, 절연층에는 강유전성의 BaTiO₃, 바인더인 CR-M 속에 분산시켜 캐스팅기법으로 소자를 제작하였고, 배면전극은 silver paste와 Al을 사용하였다.

충북대학교 공과대학 공업화학부 부교수
(sgpark@trut.chungbuk.ac.kr)

*주식회사심텍

**한양대학교 공과대학 공업화학부 정교수

주파수에 따른 휘도 및 반감수명과 주파수 및 전압에 따른 스펙트럼과 색도좌표의 변화를 관측하고자 하며, P-ELD소자의 고른 면발광을 인기 위해 먼저 유전체의 함량과 유전율, 휘도와 관계를 고찰하였다.

2. 실험

2.1 재료

본 연구에 사용된 포스퍼는 Nilaco로부터 구입하였으며 그 성분함량 및 구조는 EDS와 XRD를 이용하여 측정하였다. 유전체인 BaTiO₃는 High purity chemical로부터 구입하였다. 또한 바인더로서 사용한 CR-V와 CR-S를 Shinetsu Co.로부터 구입하여 중량비 7 : 3으로 혼합하여 용매인 DMF에 녹여 이용하였다. 배면전극으로서는 50 μ m의 두께를 가지는 Al을 삼산화전기로부터 구입하여 이용하였다. 또한 ITO glass는 면저항이 30 Ω , 80 Ω 인 것을 삼성 코닝으로부터 구입하여 이용하였다.

2.2 분석

유전체 및 절연층과 발광층을 서로다른 점도의 유전체와 결합한 후 유전율과 유전손실을 Impedance analyser로 측정하였으며, 제작한 소자의 표면은 주사전자현미경을 이용하여 관측하였다. 또한 형광체의 원소함량은 EDS를 이용하였고, 형광체의 결정 및 결정배향은 XRD로 관측하여 결정배향성을 확인하였다. 인가전압에 따른 휘도 및 주파수 의존성은 Universal source(HP3245A), Luminancemeter (Dr 2550 Millab)과 Spectrometer를 이용하였다. 또한 주파수 및 전압에 따른 휘도특성은 자체 제작한 구동장치를 이용하여 실험하였다.

2.3 소자제작

바인더를 용매 DMF에 녹여 바인더의 점도를 8~11P의 범위에 오도록 제작하였다. 바인더와 혼합된 형광체 및 절연층의 전기적 특성을 고찰한 후, 형광층과 절연층을 ITO/형광층/절연층/Al foil의 순서로 캐스팅 한 후 80 $^{\circ}$ C의 진공건조기에서 2시간 건조 후 측정하였다. 각각 절연층과 형광층의 두께는 30~40 μ m로 하여 전체 두

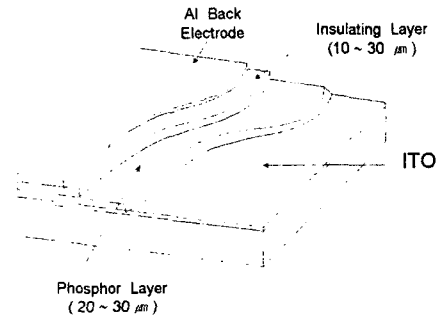


Fig. 1 Schematic structure of P-ELD

께는 약 70 μ m이하로 유지하였으며, 배면전극으로 Al sheet를 고온압착하여 소자를 구성하였다. 또한 절연막으로 사용한 SiCF BaTiO₃의 발광특성을 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

LCD 광원용 EL소자의 경우, 대면적화가 용이한 PACEL소자의 제작을 위해 기본적인 유전체 및 바인더의 전기적 특성을 고찰하였고, 형광체의 소결공정에 따른 포스퍼의 결정배향성 및 형광체의 특성과 절연층으로 이용한 BaTiO₃ 분말의 ϵ , $\tan \delta$ 의 주파수 의존성을 연구하였다. ϵ 는 저주파에서 높고, 주파수가 증가함에 따라 감소하다가 일정한 값을 유지한다. 동일하게 $\tan \delta$ 도 저주파수에서 크고, 주파수가 증가하면 감소한다. 절연층은 강유전체이며 조건으로 모세에서 발광된 광이 절연층에 흡수되지 않고 전량 외부로 방사되어야 하며, 주파수에 따른 유전손실이 작아야 한다. 또한 바인더의 유전상수 및 유전손실을 측정하여 유전특성을 평가하였다. 시아노레진의 경우 20% DMF 용액으로 20 $^{\circ}$ C에서 용해하여, 작업상의 편의성과 전기적 특성을 고찰하여 바인더로서 이용하였다.

Table 1. EDS analysis for phosphor composition

Element	Weight %
P	7.00
S	53.12
Mn	1.30
Cu	0.71
Zn	37.87

XRD 데이터는 본 소자에 이용된 형광체의 경우 모두 Hexagonal한 구조를 가지고 있음을 확인하였고, EDS분석에 의해 형광체의 주된 성분은 Zn, S, Mn, Cu임을 확인하였으며 활성체와 공활성체가 약 1%정도 무게함량비를 유지하고 있음을 확인하였다.

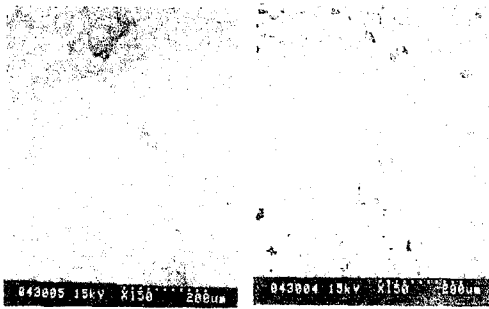


Fig.2 SEM for phosphor at different viscosity (a) 11p viscosity, (b) 8p viscosity

한편 위의 현상을 고려하여 발광층에 이용한 바인더의 농도를 달리하여 소자를 구성한 후 발광층 표면을 SEM을 이용하여 관측한 결과, 형광체는 구형이며, 입자크기가 약 27 μ m 정도였고, 따라서 바인더가 이 형광층의 입자사이를 채우게 됨을 알 수 있다. 이때 점도의 차이에 따라 이 공극을 매우 채워지는 양이 달라져 소자를 구성하는 형광층이 바인더의 유전을 및 형광층 및 바인더의 유전손실에 영향을 받게 됨을 알 수 있다.

$$\frac{E_2}{E_m} = \frac{3\epsilon_1}{2\epsilon_1 + \epsilon_2 - V_2(\epsilon_2 - \epsilon_1)}$$

여기서 V_2 는 형광체의 농도, E_m 은 형광체에 인가되는 평균전계, ϵ_1 는 유전체의 유전율,

ϵ_2 는 형광체의 유전율, E_2 는 형광체에 인가되는 전계이다. 유전체의 유전율이 클수록 형광체에 인가되는 전계가 커짐을 알 수 있고, 또한 유전체 및 형광체의 복합적인 유전율을 고려할 경우, 위에서 고찰한 바인더의 함량과 형광층 및 절연층의 공극율과의 관계를 알 수 있다.

ZnS:Mn, Cu 및 ZnS:Cu형광체에서는 n형반

도체인 ZnS입자내부에 p-Cu_xS층의 계면에는 일함수의 차이로 쇼트키장벽이 형성된다. ZnS:Mn,Cu형광체는 Cu에 의한 정공트랩과 전자트랩을 갖게된다. 정공트랩은 가전자대로부터 0.95~1.2eV, 전자트랩은 전도대로부터 0.1~0.6eV정도에 각각 형성되는 것으로 알려져 있다. 전압과 주파수의 상승에 의해 휘도는 거의 선형적으로 증가함을 알 수 있다. 한편 백색광원을 발하는 형광체의 경우 주파수가 증가함에 따라 색도좌표가 약간 이동함을 알 수 있으며, 두가지 형광체를 적당량 혼합할 경우, 두가지 색도를 이용한 중간색을 얻거나 바인더와 형광체와 절연체를 혼합한 단일층의 소자제작에 의한 발광특성도 기대할 수 있을 것으로 보인다.

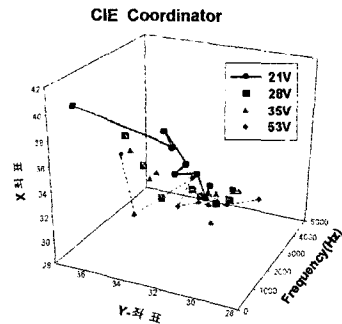


Fig. 3. CIE coordinate changing with frequency. SiCF is used as a Insulating layer

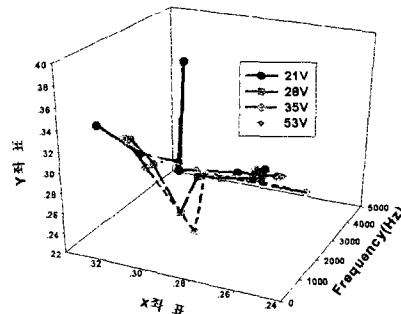


Fig. 4. CIE coordinate changing with frequency. BaTiO₃ is used as a Insulating layer

백색의 경우, 색도좌표가 주파수가 증가함에 따라 공간색도좌표가 3차원적으로 변해감을 확인하였다. 휘도가 증가함에 따라 원점방향으로 좌표가 이동하며, 점차 백색광원이 우세하게 된다.

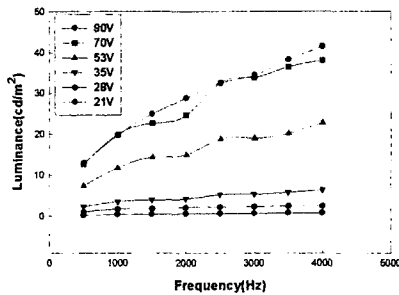


Fig. 5. Luminance changing by frequency. Adapted ZnS:Cu Phosphor and SiCF Insulating layer

제작한 소자에 전장이 인가될 때 주파수에 따라서는 거의 선형적으로 증가하고 전압에 대해서는 지수함수적인 증가를 한다.

4. 결론

바인더와 절연체, 형광체의 전기적 특성을 고려하면서 ZnS:Mn, Cu포스퍼에 기초한 파우더형 EL소자를 제작하였으며 다음과 같은 특징을 관측하였다.

소자 제작에 필요한 형광체, 절연체, 바인더 각각의 유전특성이 제작된 소자의 발광특성 및 전기적 특성에 상호 영향을 미치는 것을 알았다. 제작된 소자의 전체 두께는 약 50~70 μ m로 유지하였으며 더 얇으면서 균일한 두께를 가지도록 고안중에 있다. 유전특성을 살펴보면 바인더의 경우 소자 제작의 편의를 위해 약 8~12P 정도의 점도가 적당한 범위이며, 이 범위안에서 유전특성을 고찰하면, 주파수가 증가함에 따라 고점도쪽의 경우가 유전율이 높은 반면 유전손실이 증가하는 것으로 관측이 되었다. 절연층/형광층을 차례로 누직한후 전기적 특성을 관측한

경우, 절연층의 경우 8P정도의 점도를 갖는 바인더를 이용하고, 형광층의 경우 11P의 점도를 가질 때 소자의 제작면과 유전율, 유전손실을 고려할 때 적당함을 알았으며, SEM관측에 의해서로 다른 점도에서 제작된 형광층의 단면을 관측한 결과 고점도 쪽이 더 충전밀도가 높아 서로 다른 유전특성을 나타내는 것으로 사료되며, 이에 따라 소자 제작후 주파수 및 전압에 따른 발광특성도 서로 다른 경향을 보이는 것으로 관측이 되었다.

또한 SiCF나 다른 절연층을 도입함으로 후막에 있어 박막을 하이브리드시킴으로서 전체적으로 박막형의 소자를 제작할 수 있다.

본 연구는 충북대학교 국책사업(96-2-3) 산학 협력 연구지원에 의해 수행되었음을 밝히며, 아울러 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. H. F. Lvey, Electro, Electroluminescence and Related, Academic press, New York and London, 1963, P. 72
2. Shosaku Tanaka, Shigeru Morimoto, et al. *J. of Crystal Growth* 117, 997, 1992
3. Hideomi Ohinish, *ICEE97* July 28-Aug.1, 1997
4. Yafan Qian, Kazuhiko Hara et al. *Jpn.J.Appl. Phys.* Vol.34, 368, 1995
3. Y.A.Ona, *Encyclopedial of Applied Phsics*, Vol. 5, p. 295, 1993
4. Shosaku Tanaka, Shigeru Morimoto, et al., *J. of Crystal Growth* 117, 997, 1992
5. T.Tohda, Y.Fujita, T. Matsuoka, *Appl. Phys. Lett.*, 48(2), 95, 1986