

형광층 및 절연층의 두께에 의한 휘도특성

Relation of Luminance by Insulator and Phosphor Layer with Thin Type

박수길	충북대학교 공업화학과
조성렬	충북대학교 공업화학과
손원근	충남대학교 고분자공학과
박대희	원광대학교 전기공학과
이주성	한양대학교 공업화학과
Soo-Gil Park	Dept. of Industrial Chemistry, Chungbuk University
Seong-Ryoul Cho	Dept. of Industrial Chemistry, Chungbuk University
Won-Keun Son	Dept. of Polymer Engineering, Chungnam University
Dae-Hee Park	Dept. of Electric Engineering, Wonkwang University
Ju-Seong Lee	Dept. of Industrial Chemistry, Hanyang University

Abstract

Light-emitting diode(LEDs), diode arrays, and phosphor display panels are finding increased use in a variety of commercial applications. Present and anticipated application of these devices include solid state indicator(e.g., digital clocks, meter readout) and display systems(e.g., instrument panels, TV display), the application being determined by the light -output capability and size availability(cost) of the particular device.

In this work, Phosphor based on ZnS:Cu are used. Relation by luminance with the thickness of insulating layer and phosphor layer are discussed. Increased thickness of insulating layer are stable on voltage to 300V. By considering thickness and voltage, optimal structure and thickness are investigated. Also in order to maximize even surface emission, various sieving process are introduced. Very similar phosphor particle size is selected. Luminance by various wave intensity is also investigated. 150cd/m² luminance are investigated in stable voltage and frequency.

Key word: Surface emission, Light emitting diode(LED), Solid state indicator, Luminance, Phosphor display panel

1. 서 론

전계발광은 현상은 1936년 G. Destriau에 의해 최초로 발견된 이후, 최근 일본의 에히메 대학의 Akira Uemura등 많은 연구가 수행하고 있으며 본 연구실에서 형광체개발 및 소자제작등 전계발광에 대한 연구를 수행하고 있다. 전계발광현상은 10⁶V/cm의 높은 전기장이 형광층을 통과하는 여기에너지에 의해 형광체 속의 활성체 및 공활성체를 여기시킴으로써 얻어지게 된다. 본

연구실에서는 분산형 전계발광소자에 대하여 주로 연구하고 있다. 파우더형 전계발광소자는 각종 장식용이나 표시소자로서의 응용성이 있고, 박막형 소자의 경우, EL 디스플레이로서의 응용성을 가지고 있다. 항공기나 자동차의 패널, 건축용, 광고표시판, 또는 특별한 영상효과등에서 분산형 EL소자의 응용성을 찾아볼 수 있다. 그 구조는 양쪽 전극사이에 형광층과 절연층을 샌드위치 시킨 구조를 하고 있다. 형광층은 일반적으로 활성체 및 공활성체를 도핑시킨 ZnS, SrS, CdS를 사용한다.

따라서 본 연구에서는 ZnS를 호스트 물질로 하여 활성체와 공활성체를 도핑하는 방법을 통하여 형광체를 제작하였고, ITO/형광층/절연층/Ag 및 graphite를 스펀코팅 및 실크스크린법을 이용하여 분산형 발광소자를 제작하였다. 형광층의 경우 스펀코팅법을 주로 이용하였으며 절연층의 경우 실크스크린법을 이용하였고, 전극은 진공증착 및 스크린법을 주로 이용하여 소자를 제작하였다. 최적의 휘도특성을 보이는 형광층 및 절연층의 구조에 대하여 고찰하여 보았다.

2. 실험 방법

본 연구에 사용된 포스퍼는 청색 및 청록, 황색은 ZnS를 모재로 이용하여 활성체와 공활성체를 도핑함으로써 성공적으로 합성하였고, EL 스펙트럼을 통하여 발광여부를 확인하였으며, 또 다른 형광체인 백색과 황색은 Nilaco로부터 구입하였으며, 각각의 형광체는 EDS와 XRD분석을 행하였다. Fig.1은 형광체의 제조공정도이다. 이 과정에서 세척과정은 중요한 인자로 작용한다.

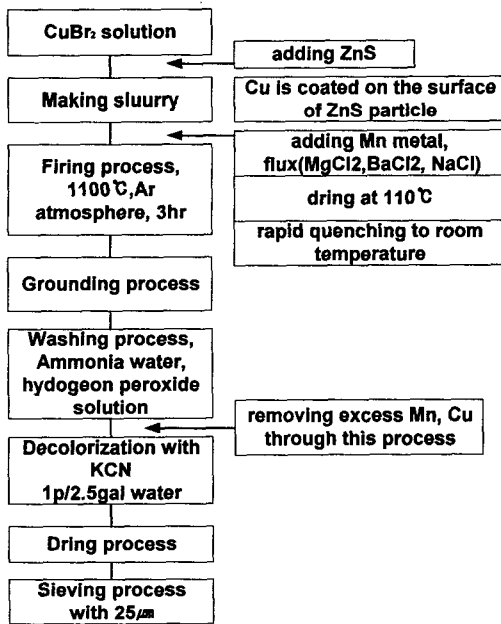


그림 1. EL형광체의 제조공정도
Fig.1 Block diagram for preparing EL phosphor

절연체로서는 BaTiO₃, 바인더는 시아노레진을 각각의 적절한 점도에 맞춰 이용하였다. 배면전극은 Al을 증착하거나, Ag, Graphite를 사용하여

전체 소자의 두께를 변화시키면서 소자를 제작하였다. Fig.2는 표시소자로서 제작한 세그먼트 구동장치로서, 제작한 소자를 7세그먼트 구동장치와 EL구동장치를 결합하여 표시소자로서의 응용성을 검토하였다.

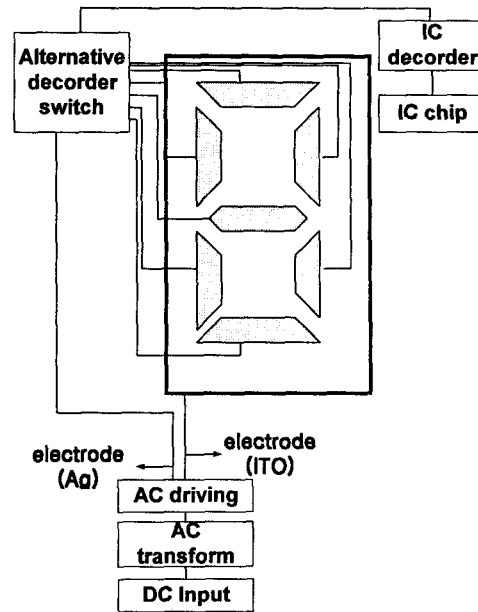


그림 2. 세그먼트 구동장치도
Fig. 2. Segment driving circuit for ELD

3. 실험결과 및 고찰

분산형 ELD를 대면적화와 전체적으로 균일한 면발광을 얻으면서 어느 정도의 휘도를 얻기 위하여 각각의 소자에 대한 최적조건 및 형광체를 제작하기 위하여 본 연구를 수행하였다. Fig.3과 Fig.4은 본 연구에서 합성한 청색 및 청록 형광체에 대한 EL 스펙트럼이다. 주파수를 400Hz에서 1.5kHz로 상승시킴에 따라 발광피크는 460nm에서 급격히 상승하였다.

이것은 주파수에 따라 blue에 해당하는 발광이 급격히 상승하였다. 이것은 가시광선 영역 중에서 청색 및 청록의 발광준위가 형광체에 포함된 활성체 및 공활성체의 함량에 따라 청색 및 청록의 발광준위의 에너지 여기량이 변화하기 때문으로 사료된다. Fig.5는 형광체에 대한 XRD데이터로서 Cubic 및 Hexagonal 구조에 따라 발광강도가 변화함을 확인하였다. 이것은 hexagonal 구조의 경우 활성체 및 공활성체가 hexagonal

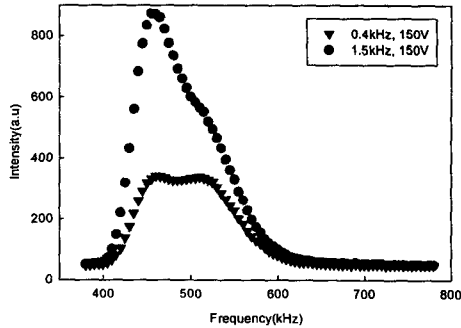


그림 3. 주어진 주파수 및 전압하에서 청색 형광체의 발광스펙트럼
Fig.3. EL spectra for blue phosphor at a given frequency and voltage

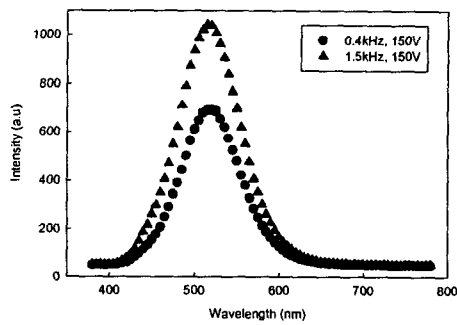


그림 4. 주어진 전압, 주파수하에서 청록형 광체의 EL스펙트럼
Fig. 4. EL spectra for bluegreen phosphor at a given frequency and voltage

표 1. 주파수에 따른 소자의 색도좌표

Table 1. CIE Coordinator with Frequency

	0.4 kHz		1.5 kHz	
	X	Y	X	Y
ZnS:Cu, Mn	0.3503	0.3739	0.3368	0.3405
ZnS:Mn, Cu	0.4669	0.4242	0.4689	0.4179
ZnS:Cu	0.2349	0.3488	0.2111	0.3042
ZnS:Cu, Br	0.2490	0.4914	0.2384	0.4310

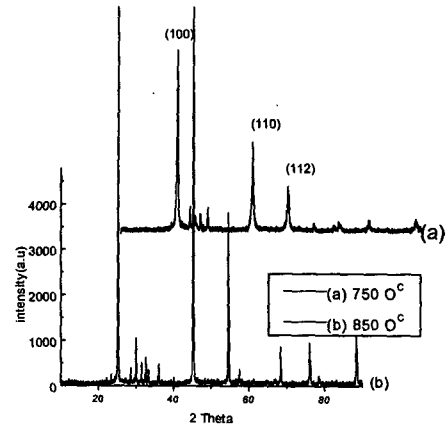


그림 5. EL형광체의 XRD데이터
Fig. 5. Changing XRD peak of blue phosphor at a different temperature firing condition

구조에서 보다 쉽게 여기되어 발광피크가 증가되는 것으로 사료된다. 메인 피크는 2θ 가 27° , 47° , 56° 에서 관측이 되며 조건에 따라 27° 와 47° 의 피크강도가 변화함을 알 수 있다.

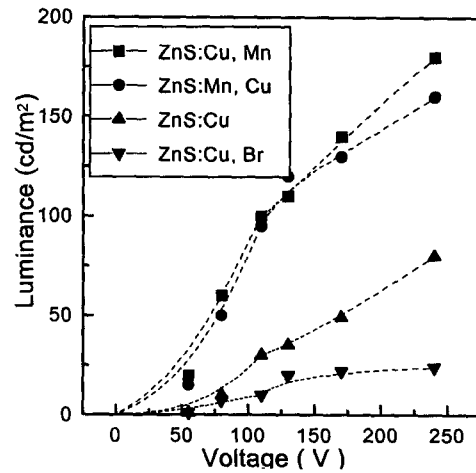


그림 6. 전압에 따른 소자의 휘도 특성
Fig. 6. V-L properties for ELD with each phosphor

Table 1은 각각 최적의 조건으로 제작된 소자에 대해 주파수에 따른 색도좌표를 나타낸 것이다. 휘도의 경우 형광층의 두께를 감소시켜 $15\mu\text{m}$, 절연층의 경우 $15\mu\text{m}$ 정도로 박형화 하였을 때 가장 좋은 휘도 특성을 나타내지만, 일반적으로 형광층의 두께와 절연층의 두께를 증가시키면 아래 식에서처럼 전체 소자에 인가되는 전계가 작아지기 때문에 휘도는 감소하게 된다.

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

여기서 V_2 는 형광체의 농도, E_m 은 형광체에 인가되는 평균전계는 유전체의 유전율, ϵ_2 는 형광체의 유전율, ϵ_1 는 유전율, E_2 는 형광체에 인가되는 전계이다.

Fig.6은 최적 조건하에서 제작된 P-ELD에 전계를 인가하였을 때 각각 조건에 따른 휘도 변화를 나타낸 것이다. 전압을 상승시키면 어느 정도 휘도가 증가하게 되면 포화하였으며, 주파수에 대해서는 거의 선형적으로 휘도가 증가하였다.

4. 결론

본 연구에서 ZnS:Cu에 기초한 청색 및 황색, 그리고 청록형광체를 성공적으로 제조하였다. 형광체의 제조과정에 있어서는 소결과정중 소결온도 조를 제거하는 것이 가장 중요한 요인으로 작용건과 분위기 그리고 세척과정을 거치면서 파장으로 도핑되어 있는 활성체와 공활성체함을 확인하였다.

최적의 조건으로 제작된 ELD의 경우 약 200cd/m^2 의 휘도를 얻었으며, 이 값은 이전에 발표한 값과 비교하여 2배 정도 증가한 값으로서 두께 및 전체적으로 균일한 면발광을 얻기 위해 형광층은 스펀코팅을 행하였으며, 절연층은 실크스크린법을 이용하여 높은 휘도와 전체적으로 균일한 면발광을 얻을 수 있었으며, 앞으로도 휘도의 개선 및 full color의 형광체를 제작하기 위한 연구를 계속 수행할 예정이다.

본 연구는 과제번호 98-중기-05의 기초 전력 연구에 의해 수행되었음을 밝히며 아울러 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. H. F. Lvey, Electro, Elettroluminescence and Related, *Academic press*, New York and London, P.72, 1963
2. Hiroji Kawai, Tomohiko Abe et al., *Jpn. J of Appl. Phys.* Vol.20, No.2, pp.313-320, 1981
3. T. Nakagawa, J. Yamaguchi, T. Usuki, Y. Hamakawa, *Jpn. J. Appl. Phys.*,18, p.897-902 1979

4. A. G. Fishe, *J. Electrochem. Soc.*, 118, pp. 139C- 144C, 1971
5. K. Era, S. Shionoya, and Y. Washizawa, *J. Phys. Chem. Solids.*, 29, pp.1827-1841, 1968
6. H. F. Lvey, Electro, Elettroluminescence and Related, *Academic press*, New York and London, P. 72, 1969
7. Shosaku Tanaka, Shigeru Morimoto, et al. *J. of Crystal Growth* 117, 997, 1992.
8. Hideomi Ohinish, *ICEE97*, July. 28-Aug. 1, 1997.