

박막 EL소자의 광방사에 있어서 등전자 불순물의 효과  
(EFFECTS OF ISOELECTRONIC IMPURITIES ON THE LIGHT  
EMISSION OF THE THIN-FILM ELECTROLUMINESCENT  
DEVICES)

경북대학교 : 박연수, 광민기, 김형근, 장경동, 손상호, 이상윤, 이상걸\*  
\* : 한국표준과학연구원 기초과학지원센터 대구분소

ABSTRACT

A systematic study on isoelectronic impurities in thin-film electroluminescent devices (TFELD) has been made on the basis of the experimental analysis, aimed at a survey for the blue-emitting materials.

Codoping effects of isoelectronic impurities, such as oxygen(O), tellurium(Te), and lithium(Li), on the emissive characteristics of ZnS:Ce<sup>3+</sup> and ZnS:Tm<sup>3+</sup> TFELD have been investigated by means of the X-ray diffraction studies, the Auger electron spectroscopy, the cathodoluminescent spectra, and the electroluminescent spectra. Experiment results reveal that oxygen codoping gives rise to an increase of the luminance, due to a suppression of the nonradiative energy transfer via sulfur vacancies. Te codoping in ZnS:Ce<sup>3+</sup> TFELD result in a large change in the crystal field around Ce<sup>3+</sup> ions. Li codoping in ZnS:Tm<sup>3+</sup> TFELD causes the luminance to increase slightly, due to a lowering in the symmetry of Tm<sup>3+</sup> ions.

Likewise, the experimental results suggest strongly that an Auger-type energy loss via lattice defects such as sulfur vacancies acts as a non-emissive process in TFELD.

다색발광 EL소자의 모체로서 CaS와 SrS 등의 II-VI족 반도체가 연구되어 왔으나 화학적 안정성, 색순도, 발광효율 등에 문제점을 지니고 있어 실용화수준에는 미치지 못하고 있다.<sup>1)</sup> 모체원자와 동일한 원자가수를 가져 등전적(isoelectronically)으로 치환하는 등전자불순물은 모체내에서 담체를 포획하는 기구가 특이하여 물질의 광학적특성에 큰 영향을 미친다.<sup>2)</sup> 실제 II-VI족 반도체에 O, Te, Li 등의 등전자불순물이 첨가되어 이러한 변화를 보였다.<sup>3,4)</sup> 박막 EL소자에서 등전자불순물은 발광중심과 소자제작조건에 의존하면서 소자의 전기광학 특성에 영향을 끼침이 알려졌다.<sup>5-7)</sup>

본 연구에서는 전자 Beam증착방법으로 ZnS:Ce<sup>3+</sup>, ZnS:Tm<sup>3+</sup> 박막을 성장시킬 때 증착물질 혹은 gas상태로 등전자불순물을 첨가하였다. 불순물농도, 기판온도, 열처리 등과 같은 소자제작조건과 관련하여 등전자불순물 첨가에 기인한 소자의 전기광학특성변화가 X-선 회절패턴, Auger전자분광, CL 및 EL 스펙트럼 등의 방법으로 조사되었다.(그림 1, 2) 실험결과로부터 광방사에 관한 하나의 모델, sulfur결함을 통한 Auger형 비복사에너지전달이 제시된다.(그림 3)

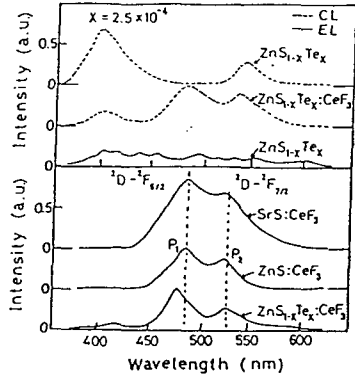


그림 1.  $ZnS_{1-x}Te_x:CeF_3$  소자의 CL 및 EL 스펙트럼

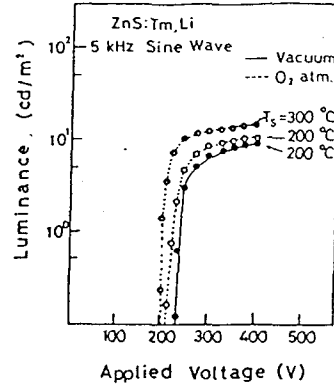


그림 2.  $ZnS:Tm, Li$  소자의 L-V 특성곡선

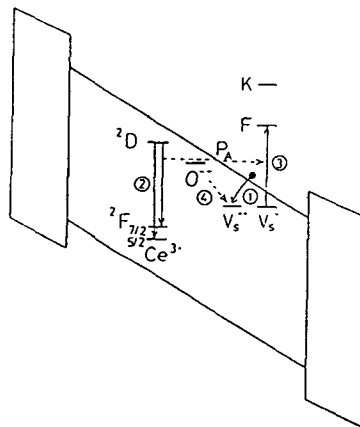


그림 3. Auger형 비복사에너지전달의 모델밴드도

참고문헌

- 1) S. Tanaka, "Thin-film electroluminescent devices using CaS and SrS", J. Cryst. Growth, Vol. 101, pp. 958-966, 1990.
- 2) S. H. Sohn and Y. Hamakawa, "Binding energies of simple isoelectronic impurities in II-VI semiconductors", Phys. Rev. B46, pp. 9452-9460, 1992.
- 3) K. Akimoto et al., "Oxygen doping in CdSe, CdS and ZnS", J. Cryst. Growth, Vol. 117, pp. 420-423, 1992.
- 4) T. Yoda and S. Tanaka, "Li<sup>+</sup> ion implantation into ZnS layers grown by MOVPE", J. Cryst. Growth, Vol. 117, pp. 415-419, 1992.
- 5) S. H. Sohn et al., "Effects of oxygen on electroluminescent characteristics of ZnS:TbOF and ZnS:TmOF devices", J. Appl. Phys., Vol. 72, pp. 4877-4883, 1992.
- 6) S. H. Sohn et al., "Electroluminescence in Li-codoped ZnS:TmF<sub>3</sub> thin-film devices", Appl. Phys. Lett., Vol. 62, pp. 991-993, 1993.
- 7) S. H. Sohn et al., "Electroluminescence in ZnS<sub>1-x</sub>Te<sub>x</sub>:CeF<sub>3</sub> thin-film devices", J. Appl. Phys., Vol. 73, pp. 4092-4094, 1993.