

어븀 첨가 ITO 박막의 제조 및 발광 특성

Fabrication and luminescence properties of Er-doped ITO thin films

유성미, 김정균, 진병규, 정운진*, 강봉훈**, 최용규†

한국항공대학교 항공재료공학과, *공주대학교 신소재공학부, **극동대학교 안경광학과

†ygchoi@kau.ac.kr

Indium tin oxide(ITO)는 가시광선 대역에서 높은 투과도를 보이는 동시에 우수한 전기전도성을 가지는 대표적인 투명 전극용 소재로써 다양한 표시소자에 활용되고 있다. 희토류 원소가 격자의 왜곡이 없이 ITO 소재에 성공적으로 첨가되는 경우, ITO 소재의 일함수를 조절할 수도 있고 이를 통하여 해당 소재를 보다 다양한 표시소자의 전극용 소재로 활용할 수 있을 것이다. 또한, 희토류 원소의 발광 현상을 활용함으로써 EL 또는 PL용 발광체로 활용할 수 있는 가능성을 열게 된다. In₂O₃ 결정의 구조가 보편적인 희토류 산화물 결정의 구조와 유사하기 때문에⁽¹⁾ 희토류 원소에 대한 높은 용해도 및 보다 균일한 분포도를 나타낼 수 있을 것으로 예상할 수 있다. 이에 본 연구에서는 솔젤법을 통해 대표적인 희토류 원소인 어븀이 첨가된 ITO 분말 및 박막을 제조하고 관련 제반특성을 분석하였다.

출발물질로써 In(NO₃)₃·nH₂O, SnCl₂·2H₂O, ErCl₃·6H₂O를 사용하였으며 용매로써 아세틸아세톤, 에탄올 등을 사용하여 안정한 솔 용액을 제조하였다. 해당 솔 용액을 시효, 건조, 열처리, 소결 등의 과정을 거쳐 분말 펠릿을 제조하였으며 박막은 실리카 유리 기판에 2000 rpm에서 40초간 스펀코팅한 후 건조 열처리 과정을 거쳐 제조하였다. 면 저항이 가장 작은 것으로 확인된 8 at% Sn 첨가 ITO를 기지조성으로 선정하여 어븀 첨가를 시도하였으며 어븀이 첨가된 ITO의 면 저항은 어븀 함량에 비례하여 증가하였다. 첨가된 어븀이 Er³⁺ 상태로 In 이온을 치환함으로써 In₂O₃ 결정 구조를 가지는 것으로 확인되었으나 경우에 따라 어븀 이온의 발광에 적합하지 않은 SnO 또는 Er₂O₃ 등과 같은 결정상으로 상 분리가 일어났다. 이러한 상 분리 현상을 막기 위해 교반이나 열처리 조건 등을 조절하여 In₂O₃ 구조만을 가지는 어븀 첨가 ITO 소재를 얻을 수 있었다. 그림 1에서 균일한 입도분포를 보이는 어븀 첨가 ITO 박막을 확인할 수 있다.

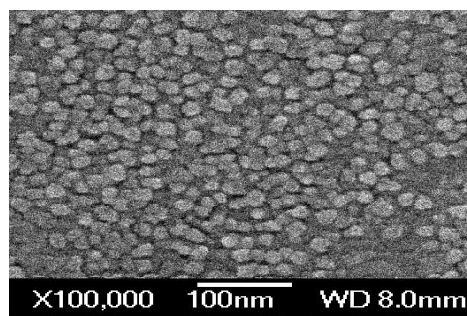


그림 1. 어븀 첨가 ITO 박막의 FE-SEM 사진.

ITO 구조 내에 도입된 어븀의 valence number를 확인하기 위하여 Er-L₃ 흡수단에서 측정한 XANES 스펙트럼을 비교하였다(그림 2). 이를 통하여 ITO에 첨가된 어븀은 Er³⁺ 이온 형태로 존재하며, EDAX 분석을 통해 어븀 이온의 분포가 균일함을 확인하였다.

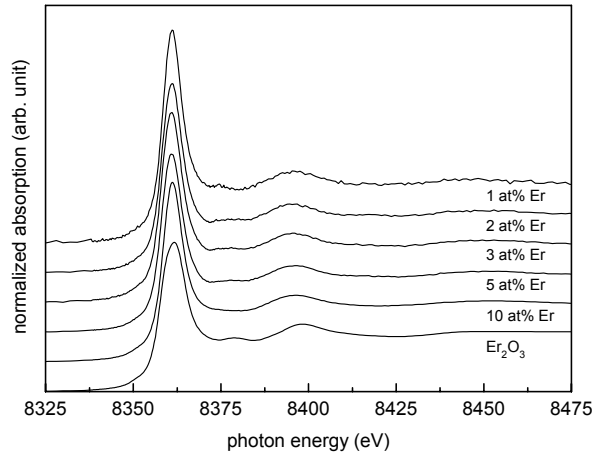


그림 2. 어븀 첨가 ITO 분말 및 Er₂O₃ 결정분말의 XANES 스펙트럼.

본 연구를 통하여 제조된 어븀 첨가 ITO 박막으로부터 Er³⁺: ⁴I_{13/2} → ⁴I_{15/2} 천이에 해당하는 1.5 μm 대역의 형광을 확인할 수 있었다(그림 3). 상위 준위의 형광수명은 3.3 ± 0.2 ms로써 양호한 값을 나타내었으며⁽²⁾ 어븀 농도의 증가에 따른 형광수명의 감소가 거의 없었다. 본 소재의 실용화를 위해서는 추가적인 연구를 통하여 일함수의 변화 및 EL 특성 등을 확인할 필요가 있다.

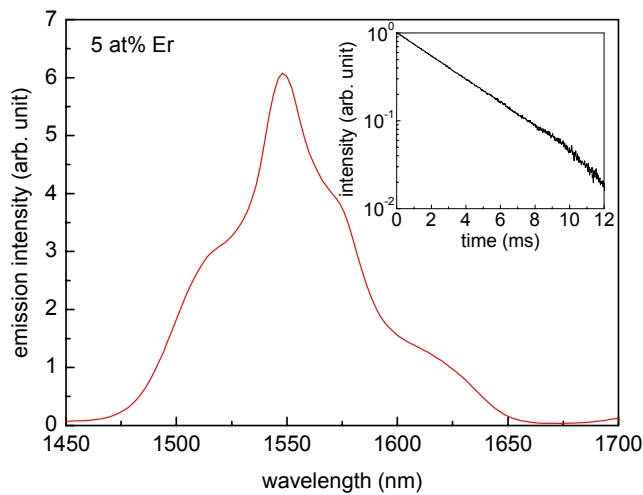


그림 3. 어븀 첨가 ITO 박막의 형광방출 스펙트럼 및 형광감쇄 곡선.

1. N. Nadaud, N. Lequeux, M. Nanot, J. Jove, T. Roisnel, J. Solid State Chem. 135 (1998) 140.
2. Y. G. Choi, B. J. Park, K. H. Kim, Opt. Lett. 28 (2003) 622.