

**증착 온도 변화에 따른 ZnO:Ga 박막의 수소 열처리에 관한 특성**  
**(Effects of H<sub>2</sub> ambient annealing in ZnO:Ga thin films deposited with different temperature)**

김성연, 장현우\*, 방정식\*, 명재민†

연세대학교 신소재공학부 금속공학과; \*LG화학 기술연구원  
(jmyoung@yonsei.ac.kr†)

디스플레이 구현에 있어 중요한 위치를 차지하고 있는 투명전극용 박막으로 가장 많이 쓰이고 있는 물질인 ITO는 낮은 비저항 (~10<sup>-4</sup> Ωcm) 과 높은 투과율 (~85 %), 상대적으로 넓은 밴드 갭 에너지 (3.5 eV) 의 특성을 보이지만 십 수년 내에 indium의 매장량이 고갈될 것으로 예상되고 있어 그 대체 물질의 개발이 시급한 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 투명전극용 박막으로 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Sn, ZnO:Al, ZnO:Ga, ZnO:F, ZnO:B, TiN 등과 같은 물질들로 대체하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다. ZnO:Ga 물질을 투명전극으로 사용할 경우, 전기적·광학적 특성이 뛰어나고, 화학적으로 안정하여 저온에서도 박막 증착이 가능하다. 또한 그 매장량이 풍부하여 ITO와 비교했을 때 상대적으로 저렴한 비용으로 제작 가능하다.

본 연구에서는 ZnO target 과 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> target 을 사용하여 유리 기판 위에 증착 온도의 변화를 주어 co-sputtering하였고, 증착된 ZnO:Ga 박막의 수소 열처리를 통해 이에 따른 특성 변화를 분석하였다.

Field emission scanning electron microscope (FESEM)과 high-resolution transmission electron microscope (HRTEM) 분석을 통해 ZnO:Ga 박막의 표면의 형상과 두께를 확인하였으며, TEM selected area electron diffraction (SAED) 패턴과 x-ray diffraction (XRD) 분석을 통해 박막의 결정학적 특성을 관찰하였다. 투명전극용으로서 ZnO:Ga 박막의 적합성 여부를 확인하기 위하여 Van der Pauw 방법을 이용하여 박막의 비저항, 전자 이동도, 캐리어 농도를 측정하였다. 또한 UV-VIS를 이용하여 ZnO:Ga 박막의 투과율을 분석하여 투명전극으로의 응용 가능성을 확인하였다.

**Keywords:** ZnO, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, co-sputtering, H<sub>2</sub> annealing, transparent conductive oxides (TCO)

**Effect of introducing nano-imprinted Sb-doped SnO<sub>2</sub> transparent conducting oxide layer on the improvement of the light output of GaN-based LEDs**

오준호, 홍현기\*, 나현석, 김용현, 김윤한, 윤주현, 전준우, 김강원, 이현, 변경재, 성태연†

고려대학교 신소재공학과; \*고려대학교 공학기술연구소  
(tyseong@korea.ac.kr†)

LEDs are regarded as a strong candidate for replacing preexisting light sources. To make such devices, p-type ohmic contact layers with low specific contact resistance, high transparency are needed. In addition to that, an improvement of light extraction efficiency is also needed. Still, external quantum efficiency is very low as compared to internal quantum efficiency and it is the main obstacle for LEDs to become next-generation general lighting sources. One of the reasons is the large difference of refractive indices between GaN-based layers and ambient, resulting in total internal reflection (TIR) of emitted light. In this regard, transparent conducting oxide (TCO) layers are taking important roles to resolve the issue mentioned above. In addition, to further increase light extraction efficiency, several different methods including maskless wet etching, surface relief grating (SRG), holographic lithography has been introduced to induce the diffuse scattering. But, new simple and straightforward methods should be introduced for the high-efficiency, mass-production LED process.

In this presentation, we introduced Sb-doped SnO<sub>2</sub> (ATO) transparent conducting oxide(TCO) layers on Cu-doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (CIO) interlayered p-type electrodes. CIO/ATO p-contacts showed good contact and transparency characteristics. Also, nano-imprint lithography was introduced and shown to be effective in improving light output because of the diffuse scattering of the patterned surface. Possible ohmic mechanisms are discussed based on the results of Auger Electron Spectroscopy(AES), X-ray Electron Spectroscopy(XPS), and Transmission Electron Spectroscopy(TEM).

**Keywords:** Light emitting diode, Transparent conducting oxide, Ohmic contact, nano-imprint lithography