

## 나노 임프린트 리소그래피를 이용한 광결정화된 투명전극제조에 관한 연구

변경재, 황선용, 이현†

고려대 신소재공학과  
(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 액정표시소자 (LCD), 플라즈마 표시패널 (PDP), 발광다이오드 (LED) 등의 첨단 디스플레이 산업은 소자의 저전력, 고휘도를 실현하기 위하여 가시광선 영역에서 광투과율이 높은 투명 전극 물질을 필요로 하고 있다. 이에 따라 투명전도성 물질이 많은 관심을 받고 있으며 그 중에서 Indium Tin oxide (ITO)는 높은 광투과성과 낮은 전기 저항도를 갖는 대표적인 투명 전도성 물질로써 디스플레이 산업에서 핵심 소재 중 하나로 사용되고 있다.

그러나 ITO는 공기에 비하여 상대적으로 굴절률이 높기 때문에 Snell의 법칙에 따르면 발광소자 내부로부터 방출된 광이 ITO를 투과하여 외부(공기)로 진행할 수 있는 영역은 매우 제한되어 있다. 따라서 발광 소자의 외부 광 방출효율을 떨어뜨리는 원인중의 하나가 되고 있으며 특히 발광다이오드의 경우 활성층(active layer)으로부터 생성되어 발산되는 광의 대부분은 소자 표면에 대해서 큰 입사각을 가지므로 ITO층의 표면에서 전반사가 되어 외부로 방출되지 못하고 있다.

이를 해결하기 위해서 주로 발광 소자의 표면 거칠기를 증가시키거나 표면을 패터닝 하여 광의 입사각을 줄이고 광 방출효율을 증가시키는 다양한 연구가 활발히 진행 중이다. 이러한 일련의 시도 중 광밴드갭을 제어하여 광 방출효율을 보다 크게 증가시킬 수 있는 광결정패턴형성 기술은 광 방출효과를 극대화할 수 있어 최근 그 중요성이 증가하고 있으나 ITO같은 투명전극 위에 경제적인 방법으로 sub-micron크기의 광결정패턴을 형성하기가 매우 어려운 상황이다.

나노임프린트 리소그래피는 표면 요철 패턴을 갖는 스탬프로 기판 위의 레진 (resin) 층을 가압한 후 열 또는 UV 노광을 통해서 레진을 경화시켜 패턴을 형성하는 기술로써, 경제적이고 공정이 간단하며 초미세 나노패턴 형성이 가능하여 차세대 리소그래피 기술로 많은 연구가 진행 중에 있다. 본 연구에서는 나노 임프린트 리소그래피 방법을 이용하여 ITO 층 위에 광결정 패턴을 형성하는데 성공하였다. 먼저 ITO/glass 기판위에 prepolymer 레진을 dispensing 한 후 약 200nm 크기의 pillar 패턴이 500nm 주기로 형성된 Si 마스터 스탬프로 120°C, 20atm 에서 5min 동안 임프린팅 하여 스탬프 패턴의 크기와 주기가 일치하는 hole 패턴을 형성하였다. 이 후 임프린트 패턴을 식각 마스크로 사용하고 CH<sub>4</sub>, Cl<sub>2</sub> 계열의 plasma를 통해 ITO 층을 식각한 결과 기울어진 식각 단면을 갖는 약 100nm 깊이의 이차원 광결정 패턴이 형성되었다.

**Keywords:** 광결정, 나노임프린트 리소그래피, 투명전도성산화물

## Influence of Microstructure on the Electrical Properties of Gallium Doped Zinc Oxide Deposited by DC Magnetron Sputtering

문대용, 문연진, 박종완†

한양대학교 신소재공학과  
(jwpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Zinc oxide thin films have attracted much considerable attention for many applications such as solar cells, displays, sensors, surface acoustic wave devices and the films are a promising alternative to indium tin oxide (ITO) as transparent conducting oxides (TCOs) for flat panel displays (FPD) because of their high conductivity, good optical transmittance in the visible region and low-cost fabrication.

Ga-doped zinc oxide (GZO) films were prepared by DC magnetron sputtering on glass #1737 substrates. We have investigated structural, electrical and optical properties of the GZO films with various plasma discharge power, substrate temperature and working pressure. The lowest resistivity of  $5.3 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$  and the optical transmittance of over 85 % at 550 nm wavelength in the visible light region were obtained for GZO thin film deposited with working pressure of 5 mTorr, substrate temperature of 250 °C and plasma power density of 0.5 W/cm<sup>2</sup>.

In this study, the relation of microstructure of the GZO thin films to carrier concentration and carrier mobility was investigated. The carrier concentration of GZO thin films were determined by substitutional Ga, interstitial Zn, and oxygen vacancies. Among them, oxygen vacancies have exerted the strongest influence on carrier concentration. The mobility decreases as plasma discharge power increases as the number of oxygen vacancies that act as electron traps increases and also the mobility decreases as grain size decreases as grain boundary scattering increases.

**Keywords:** zinc oxide, TCO