

## 펄스레이저증착에 의한 PMMA기판상의 ZnO박막형성

최영진, 이 천  
인하대학교 전기공학과

### ZnO thin film on PMMA substrate by Pulse Laser Deposition

Young-Jin Choi, Cheon Lee  
Inha Univ

**Abstract** : 본 논문에서는 폴리머(Polymer)기판에서의 레이저의 조사밀도와 기판의 온도 변화에 따라서 성장하는 ZnO박막의 구조적 특성을 알아보기 위해 펄스 레이저 증착 법으로 PMMA(Polymethly Methacrylate)기판상에 ZnO박막을 형성하였다. 레이저의 조사 밀도는  $2 \text{ J/cm}^2$ 에서  $3 \text{ J/cm}^2$ 까지 기판의 온도는 상온에서부터  $50^\circ\text{C}$ 까지 변화시켰고 박막의 구조적 특성을 X-선 회절법(XRD)과 주사 전자 현미경(SEM)으로 관찰하였다.

**Key Words** : PLD, ZnO, Polymer

### 1. 서 론

ZnO 박막은 II-VI족의화합물반도체로서 hexagonal wurtzite 결정구조( $a=3.249 \text{ \AA}$ ,  $c=5.2057 \text{ \AA}$ )를 가지고 있고, 투명도막(TCO), 발광소자, SAW소자, 가스 센서 등 광범위한 분야에서 연구되고 있다.

발광소자로서의 ZnO의 특징은 넓은 밴드갭( $3.37 \text{ eV}$ )을 가지고 있기 때문에 자외선 영역의 레이저나 LED를 제작할 수 있는 반도체 재료이고 또한 엑시톤 결합 에너지( $60\text{meV}$ )가 크기 때문에 GaN보다 발광 효율이 큰 장점이 있다. 또한 높은 발광 효율을 위해서는 양질의 박막을 제작하는 것이 중요하다.

ZnO 박막은 유기 금속 화학 증착법(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition), 분자 빔 에피택시(Molecular Beam Epitaxy), 펄스 레이저 증착법(Pulse Laser Deposition), 스퍼터링(Sputtering)등 다양한 공정기술로 제작할 수 있다. ZnO박막은 주로 Glass, 사파이어, Si기판 상에 제작되었으나, flexible 디스플레이에 대한 관심의 증가로 폴리머 계열의 기판에의 성장도 연구되고 있다. 그러나 폴리머 기판의 경우 현재 주로 사용되는 glass 기판에 비해 매우 낮은 열적 안정성과 내화확성으로 인해 양질의 박막 제조에 어려움을 겪고있다.

본 논문에서는 PMMA(Polymethly Methacrylate)기판위에 ZnO박막을 제작하였고, 레이저의 파워와 기판의 온도를 변화에 따른 ZnO박막의 구조적 특성의 변화를 조사하였다.

### 2. 실험

ZnO박막의 제작에는  $0.8\text{mm}$ 두께의 PMMA기판을 증류수에서 30초간 초음파세척기로 세정한 후 사용하였다. 박막의 증착에는  $10\text{Hz}$ 의 반복률을 가지는 Nd:YAG의 4고조파 레이저( $\lambda=266\text{nm}$ )를 사용하였다. 온도를 상온에서  $50^\circ\text{C}$ , 레이저의 에너지 밀도를  $2 \text{ J/cm}^2$ 에서  $3 \text{ J/cm}^2$ 로 변화시키고, 챔버내의 진공도는  $1 \times 10^{-5}\text{Torr}$ 로 유지하며 박막의 구조적 변화를 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림1은 온도와 레이저 밀도에 따른 XRD패턴이다.  $2 \text{ J/cm}^2$ ,  $50^\circ\text{C}$ 에서 가장 강한 (0,0,2)피크를 나타내었다. 기판 온도의 증가는 표면에서 아연분자와 산소분자가 화학양론적 결합에 필요한 에너지를 열에너지 형태로 제공하여 조성비가 잘맞게 된다.

레이저 밀도가  $3 \text{ J/cm}^2$ 의 경우 기판의 온도의 변화는 ZnO박막의 결정성에 큰 영향을 주지 못하는 것을 볼 수 있다. 레이저의 밀도가 낮은 경우 기판의 온도가 박막의 결정성에 큰 요인으로 작용하지만 레이저 밀도가 증가할수록 기판 온도의 영향은 줄어들고 전체적인 박막의 결정성은 나빠진다. 이는 높은 에너지 밀도에 의해 결정성에 손상을 주는 결함이 발생하는 것으로 판단 된다.

그림2는 온도와 레이저 밀도에 따른 ZnO박막의 SEM사진이다. 기판 온도가 올라감에 따라 박막의 표면에 결함이 생기는데 PMMA기판의 열변형에 따른 박막계면에서의 스트레스의 영향이 원인인 것으로 판단된다.

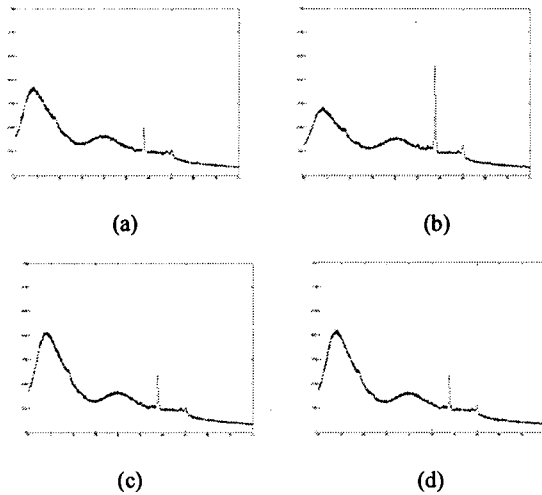


그림 1. 기판 온도와 레이저 밀도에 따른 XRD 패턴 : (a) 2 J/cm<sup>2</sup>, Room Temperature (b) 2 J/cm<sup>2</sup>, 50°C (c) 3 J/cm<sup>2</sup>, Room Temperature (d) 3 J/cm<sup>2</sup>, 50°C

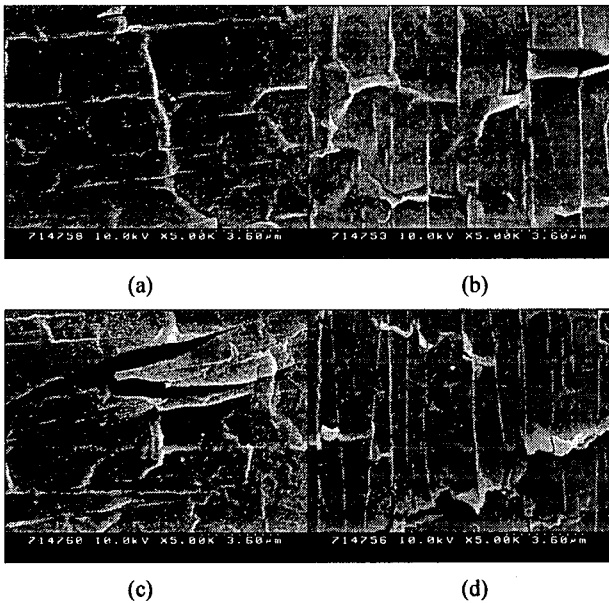


그림 2. 기판온도와 레이저 밀도의 변화에 따른 ZnO박막의 SEM 사진 : (a) 2 J/cm<sup>2</sup>, 상온 (b) 2 J/cm<sup>2</sup>, 50°C (c) 3 J/cm<sup>2</sup>, 상온 (d) 3 J/cm<sup>2</sup>, 50°C

#### 4. 결 론

본 논문에서는 Nd:YAG Laser를 이용한 펄스 레이저 증착법을 이용하여 폴리머의 일종인 PMMA기판위에 ZnO박막을 증착하였고, 증착시 기판의 온도와 레이저 조사 밀도의 변화에 따른 ZnO 박막의 구조적 특성을 조사하였다. XRD측정 결과 (002)피크가 뚜렷하였고, SEM을 이용하여 박막의 표면을 조사한결과 기판 온도와 레이저 밀도의 변화에 의한 박막의 결함을 관찰 할 수 있었다.

폴리머기위에 제작된 박막은 아직은 유리기판이나 사파이어(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)나 유리 기판에 비해 양질의 박막을 얻기 힘들기 때문에 앞으로의 양질의 박막을 제작하기위한 연구가 더욱 필요하다.

#### 참고 문헌

- [1] 김봉석, 김용권, 강현일, "폴리머 기판상의 Al-doped ZnO 박막의 두께에 따른 특성 변화", 한국진공학회지, 16권, 2호, p. 105-109, 2007, 3.
- [2] Masashi Mastmura, Renato P. Camata, "Pulsed laser deposition and photoluminescence measurements of ZnO thin films on flexible polyimide substrates", Thin Solid Film, 476, p317-321, 2005.
- [3] 노임준, 임재성, 신백균, 이 천, "Nd:YAG-PLD법에 의해 제작된 ZnO:Al박막의 구조적, 광학적, 전기적 특성", Trans. KIEE, Vol. 56, No. 9, p1596-1601, 2007, 9.
- [4] Z.G. Wang, X.T. Zu, and H.J. Yu, "Blue luminescence from poly(methyl methacrylate) modified ZnO and anatase TiO<sub>2</sub> nanocrystals prepared using c radiation", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B 250, p.196-200, 2006.