

플렉시블 기판상에 제작된 zn오박막의 온도에 따른 특성 변화

최영진*, 이 천**
 인하대*, 인하대**

The characteristics of ZnO Thin film on flexible substrate by temperature

Young-Jin Choi*, Cheon Lee**
 Inha University*, Inha University**

Abstract - 본 논문에서는 폴리머 기판에서의 레이저 조사 밀도와 기판의 온도변화에 따라 성장하는 ZnO박막의 구조적 특성을 알아보기 위해 펄스레이저 증착법으로 polyethersulfone (PES)기판상에 ZnO 박막을 형성하였다. 레이저 조사 밀도는 0.2~0.4 J/cm²까지 기판온도는 50℃~200℃까지 변화시켰고, 박막의 결정 구조적 특성을 XRD, AFM, SEM을 통해서 관찰하였다.

0℃~200℃까지 변화시켰다. 본 논문에서는 펄스 레이저 증착법에 의해 증착 조건에 따라 나타나는 ZnO 박막의 결정 구조적, 광학적 특성을 분석한 후, XRD(X-선 회절법), AFM(원자 현미경), SEM(주사전자현미경)을 통하여 구조적 특성을 분석하였다.

2.2 결과 및 고찰

그림 1은 레이저 밀도 0.3J/cm²고정시킨 후 기판온도를 변화시켜가며 측정된 XRD 패턴이다. 200℃미만의 온도에서는 사실상 (002)피크가 관측되지 않는다. 이는 산소와 아연이 1:1로 결합하기 위한 충분한 열에너지가 기판에 공급이 되지 않기 때문으로 생각된다.

1. 서 론

ZnO박막은 II-VI족의 화합물 반도체로서 hexagonal wurtzite구조를 가진다. ZnO는 여러 가지 유용한 광학적, 전기적 특성으로 인해 투명전도막, 발광소자, 표면탄성파소자, 가스센서등 광범위한 분야에서 연구되고 있다.[1-4]

발광소자로서 ZnO의 특징은 넓은 밴드갭(3.36eV)을 가지고 있기 때문에 자외선 영역의 레이저나 LED를 제작할 수 있는 재료이고[5], 또한 엑시톤 결합 에너지(60meV)가 크기 때문에 GaN(26meV)보다 발광 효율이 큰 장점이 있다.

ZnO박막의 제작에는 분자빔 에피택시 (molecular beam epitaxy), RF마그네트론 스퍼터링(RF magnetron sputtering), 화학기상증착법(chemical vapor deposition), sol-gel법, 펄스 레이저 증착법(pulse laser deposition)등 매우 다양한 방법이 사용되고 있다.

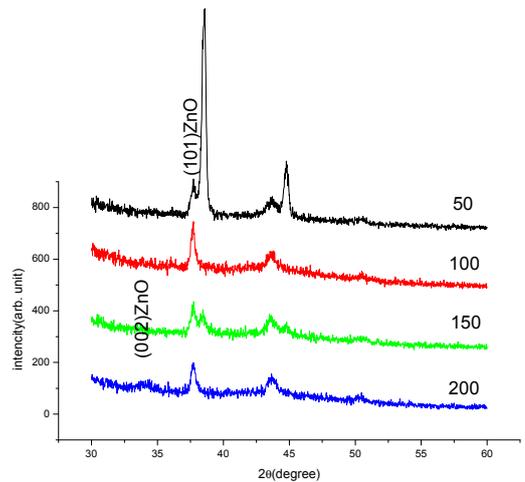
ZnO박막 성장은 사파이어, glass, Si등의 기판 상에서 주로 이루어져왔으나, flexible 디스플레이에 대한 관심이 커짐에 따라 폴리머 계열의 기판에서의 성장도 최근 연구되고 있다. 그러나 폴리머 기판들의 경우 현재 가장 많이 사용되고 있는 glass기판에 비해 매우 낮은 내열성과 내화학성으로 인해 고품질의 박막 제작에 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 PES (polyethersulfone)기판위에 ZnO 박막을 제작하였고, 레이저의 파워와 기판의 온도의 변화에 따른 ZnO 박막의 결정 구조적 특성의 변화를 XRD, AFM, SEM측정을 통해서 관찰하였다.

2. 본 론

2.1 실험

본 실험에서 사용된 ZnO 박막의 형성방법은 화학 조성비 특성이 우수하여 다성분 화합물박막성장기에 많이 사용되는 펄스 레이저 증착법을 사용하였다. 본 실험에 사용된 챔버의 초기 진공도는 확산펌프를 사용하여 10⁻⁵ Torr까지 만들 수 있으며, 기판 온도를 조절하기 위하여 저항가열히터를 사용하여 제어하였다. 레이저 원으로는 1064 nm의 기본파를 갖는 Nd:YAG 레이저의 4고조파(λ= 266nm) 성분을 사용하여 타겟에 조사하였다. 박막 증착을 위한 타겟으로는 지름 1 inch 순도 99.99 %의 ZnO 타겟을 사용하였고, 기판으로는 1cm × 1cm 크기의 PES (polyethersulfone)을 사용하였다. 타겟과 기판과의 거리는 4 cm 이고, 증착동안에 레이저 펄스가 연속적으로 타겟의 새로운 면에 조사 되도록 하기 위하여 타겟 홀더를 회전하였다. 사용된 레이저 밀도는 0.2~0.4 J/cm² 이었다. 증착 전에 PES 기판은 이소프로필 알콜과 증류수 순으로 30초 동안 유기물을 제거하기 위해 초음파 세척을 한 후 질소가스로 건조 시켰다. 기판의 온도는 5



<그림 1> 레이저 밀도 0.3J/cm²에서 증착된 ZnO박막의 기판온도에 따른 XRD 패턴

그림 2는 기판온도 200℃로 고정시킨 상태에서 레이저의 밀도의 변화에 따른 ZnO 박막의 XRD 패턴이다. 레이저 밀도의 증가에 따라 ZnO의 (002)피크가 커지는 것을 볼 수 있다. (002)피크의 증가는 레이저 밀도의 증가에 따라 박막의 결정성이 향상되었다고 볼 수 있다. 이는 레이저 밀도의 증가에 따라 산소와 아연의 결합을 위한 에너지 공급이 증가되었기 때문으로 사료된다. (002)피크 근처에서 (101)피크가 관측되는 것은 성장된 박막이 많은 산소 결함을 가지고 있다는 것을 암시한다.

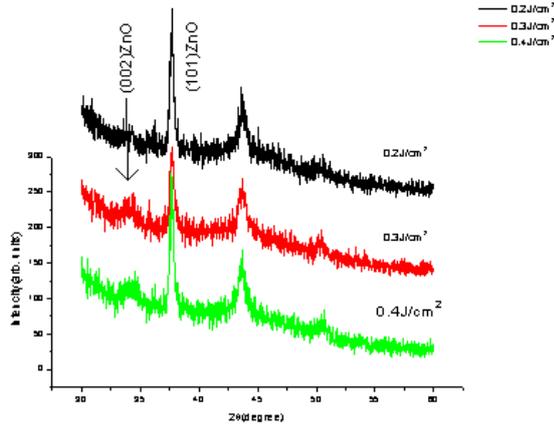
* 學生會員 : 仁荷大 電氣工學科 碩士過程
 ** 正 會 員 : 仁荷大 電氣工學科 正教授 · 工博
 chnlee@inha.ac.kr

3. 결 론

본 연구에서는 펄스 레이저 증착법을 이용하여 PES 기판상에 ZnO 박막을 증착하였다. 저온에서 증착된 ZnO박막은 ZnO박막의 결정성을 보여주는 XRD의 (002)피크가 매우 약하고 산소와 아연의 화학적조성비가 맞지않는 것을 (101)피크를 통해서 알 수 있다. 고온으로 올라갈수록 (002)피크의 크기가 증가하는 것은 산소와 아연의 결합을 위한 기판에너지의 공급이 증가되었기 때문으로 볼 수 있다. 200℃에서 증착된 박막의 경우 레이저 밀도의 증가에 따라 XRD의 (002)피크가 증가되는 것을 볼 수 있는데, 이는 레이저 밀도의 증가에 따라 산소와 아연의 결합에 필요한 에너지를 어느 정도 보충해주기 때문으로 생각된다.

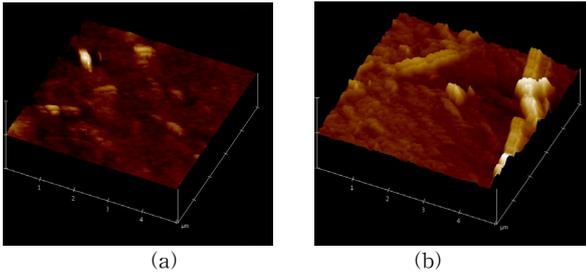
[참 고 문 헌]

- [1] P. Nunes, E. Fortunato, P. Tonello, F. Braz Fernandes, P. Vilarinho and R. Martins, "Effect of Different Dopant Elements on the Properties of ZnO Thin Films", Vacuum, Vol. 64, pp. 281-285, 2002.
- [2] G. G. Valle, P. Hammer, S. H. Pulcinelli and C. V. Santilli, "Transparent and Conductive ZnO:Al Thin Films Prepared by Sol-Gel Dip-Coating", J. Euro. Ceram. Soc, Vol. 24, pp. 1009-1013, 2004.
- [3] H. S. Kang, J. S. Kang, J. W. Kim and S. Y. Lee, "Annealing Effect on the Property of Ultraviolet and Green Emissions of ZnO Thin Films", J. Appl. Phys, Vol. 95, No. 3, pp. 1246-1250, 2004.
- [4] D. C. Reynolds, D. C. Look and B. Jogai, "Optical Pumped Ultraviolet Lasing from ZnO", Solid State Commun, Vol. 99, pp. 873-875, 1996.
- [5] Norton DP, Heo YW, Ivill MP, Lp K, Pearton SJ, Chisholm MF, et al. "ZnO: growth, doping & processing", Mater Today :pp. 34 - 40 2004
- [6] J. H. Lee, K. H. Ko and B. O. Park, "Electrical and Optical Properties of ZnO Transparent Conducting Films by the Sol-Gel Method", J. Cryst. Growth, Vol. 247, pp. 119-125, 2003.
- [7] Y. Igasaki, T. Naito, K. Murakami and W. Tomoda, "The Effects of Deposition Conditions on the Structural Properties of ZnO Sputtered Films on Sapphire Substrates", Appl. Surf. Sci, Vol. 169-170, pp. 512-516, 2001.
- [8] B. J. Jin, S. Im and S. Y. Lee, "Violet and UV Luminescence Emitted from ZnO Thin Films Grown on Sapphire by Pulsed Laser Deposition", Thin Solid Films, Vol. 366, pp. 107-110, 2000.
- [9] K. Haga, T. Suzuki, Y. Kashiwaba, H. Watanabe, B. P. Zhang and Y. Segawa, "High-Quality ZnO Films Prepared on Si Wafers by Low-Pressure MO-CVD", Thin Solid Films, Vol. 433, pp. 131-134, 2003.
- [10] K. Ogata, K. Sakurai, Sz. Fujita, Sg. Fujita and K. Matsushige, "Effects of Thermal Annealing of ZnO Layers Grown by MBE", J. Cryst. Growth, Vol. 214-215, pp. 312-315, 2000.



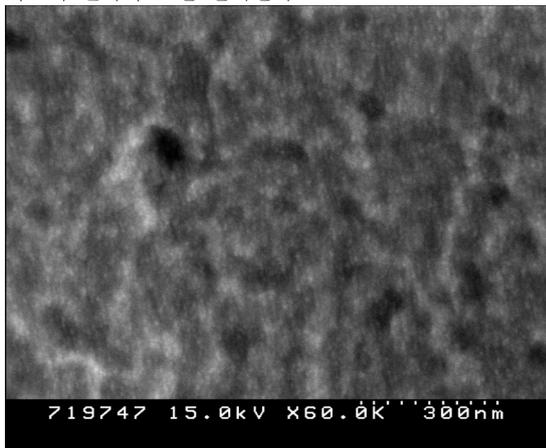
〈그림 2〉 기판온도 200℃에서 증착된 ZnO박막의 레이저 밀도에 따른 XRD 패턴

그림 3은 50℃와 200℃에서 제작된 ZnO박막의 AFM이미지이다. 저온에서의 제작된 ZnO박막의 표면을 보면 ZnO의 결정 구조가 거의 보이지 않는 것을 알 수 있다. 이것은 ZnO박막이 결정화 되지 못하고 비정질박막으로 성장한 것을 보여준다. 고온에서 제작된 박막의 표면은 ZnO박막이 결정을 이루고 있는 것을 볼 수 있고, 이는 XRD패턴에서 (002)피크를 보여주는 것과 관련 지을 수 있다.



〈그림 3〉 50℃(a), 200℃(b)에서 증착된 ZnO박막의 AFM이미지

그림 4는 기판 온도 200℃ 레이저 밀도 0.3J/cm²에서 증착한 ZnO박막의 SEM이미지이다. 박막의 표면이 매우 거칠고 산소의 결핍으로 다공성을 나타내고 있다. 이러한 결과는 XRD상의 (101)피크의 결과와도 잘 일치한다.



〈그림 4〉 기판온도 200℃ 레이저 밀도 0.3J/cm²에서 증착된 ZnO박막의 SEM이미지