

LED적용을 위한 AZO 투명전도 박막의 표면 texture 구조분석

김경민, 김덕규, 오상현, 박춘배
원광대학교 전기전자 및 정보공학부

Analysis of the Texture Structure of Transparent Conductive AZO thin films for LED Applications.

Kyeong-Min Kim, Deok-Kyu Kim, Sang-Hyun Oh, Kim, Choon-Bae Park
Wonkwang Univ. School of Electrical Electronic and Information Engineering.

Abstract : Transparent conductive oxide (TCO) are necessary as front electrode for increased efficiency of LED. In our paper, transparent conducting aluminum-doped Zinc oxide films (AZO) were prepared by rf magnetron sputtering on glass (corning 1737) substrate, were then annealed at temperature 400 °C for 2hr. The smooth AZO films were etched in diluted HCL (0.5%) to examine the surface morphology properties as a variation of the time. The surface morphology of AZO films increased as a time. We observed texture structure of AZO thin film etched for 1min.

Key Words : TCO, AZO, LED, Texture Structure, RF Magnetron Sputtering

1. 서론

1907년 Badeker에 의해 스퍼터링법으로 제조한 CdO막이 처음 발표된 이후 투명전도막에 대한 관심이 증가하였다. 최근에 투명전도막은 LED, PDP, LCD, OLED 등의 광산업, Display산업 그리고 태양전지와 같은 대체에너지 산업에 광범위하게 사용되고 있다[1].

특히 LED에 적용되는 투명전도막은 current spreading layer나 anti-reflection(AR) coating으로 사용되어 LED의 효율을 향상 시키고, 이러한 고효율 LED를 제조하기 위해서는 높은 전기전도도와 광투과율을 갖는 투명전도막이 필요하다.

현재까지 가장 일반적으로 사용되고 있는 투명전도막은 스퍼터링법으로 제조된 ITO이다. 그러나 texture구조화의 어려움, 화학적 불안정성 그리고 높은 가격 등으로 인하여 새로운 투명전도막에 대한 요구가 증대되고 있다[2]. 따라서 고효율 LED를 제조하기 위해서는 ITO전극을 대체할 수 있는 AZO와 같은 새로운 투명 전도막이 필요하며, AZO는 texture구조가 용이하고 화학적으로 안정할 뿐만 아니라 낮은 증착온도를 갖는 장점으로 인하여 차세대 투명 전도막으로 각광받고 있다.

따라서, 본 연구에서는 RF 스퍼터링 법을 이용하여 AZO 박막을 제조하고, 400°C에서 2시간 후열처리 하였다. 그리고 화학적 습식 에칭법으로 시간의 변화에 따른 AZO 박막의 표면 texture 구조에 대하여 비교, 분석한다.

2. 실험

선행연구를 통해 Al₂O₃함량에 따른 AZO를 제조하고 전기적 특성과 구조적 특성을 검토한 바가 있다[3]. 따라서 본 연구에서는 2wt% Al₂O₃가 첨가된 ZnO target을 이용하여 AZO 박막을 제조하였다.

스퍼터링 증착조건은 초기 진공도 8.0×10⁻⁶ Torr, 작업 진공도 15mTorr이었고, RF power는 210W로 하였으며, 기판

온도는 100°C로 설정하였다. 아르곤과 산소의 비율은 4:1(32sccm:8sccm)로 설정하였다. 표 1에 AZO 박막의 증착 조건을 정리하였다. 이렇게 증착된 AZO 박막의 texture 구조를 관찰하기 위해, 400°C에서 2시간 후열처리 하였다. 그리고 0.5%의 염산수용액에 15, 30, 60초 습식 에칭 하여 AZO 박막의 표면구조 변화를 관찰하였다.

AZO 박막의 상분석은 XRD(X-ray Diffraction)분석으로 이루어 졌고, 투과율은 Spectrophotometer를 사용하였으며, 습식 에칭 후 표면분석은 SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용하였다.

표 1. AZO 투명전도막의 sputtering 증착조건.

Parameter	Condition
Substrate	glass(corning 1737)
Base pressure	8.0×10 ⁻⁶ Torr
Working pressure	15mTorr
RF power	210W
Deposition time	5hr
Pre-sputtering time	5min
Substrate temperature	100 °C

3. 결과 및 고찰

그림 1은 AZO 박막의 XRD 패턴을 보여준다. AZO 박막은 34.47°의 (0002) 방향의 AZO peak를 확인하였으며, 이러한 결과로 증착된 AZO 박막은 C축 배향되었음을 확인할 수 있다. 그리고 (0002)방향 AZO peak의 Intensity는 21,322였고, FWHM은 0.26°로 결정성이 우수함을 확인하였다. 또한 AZO 박막의 결정의 크기는 다음 (1)식의 Scherrer 공식에 의하여 구할 수 있다[4].

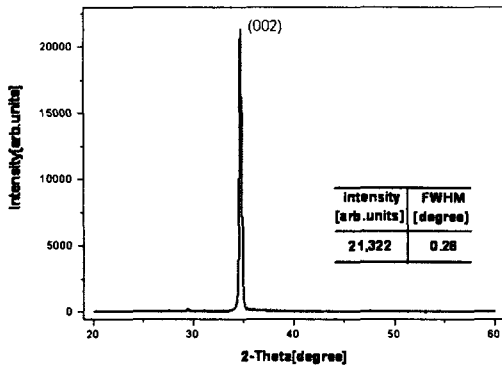


그림 1. C축 우선 배향된 AZO 박막의 XRD 패턴.

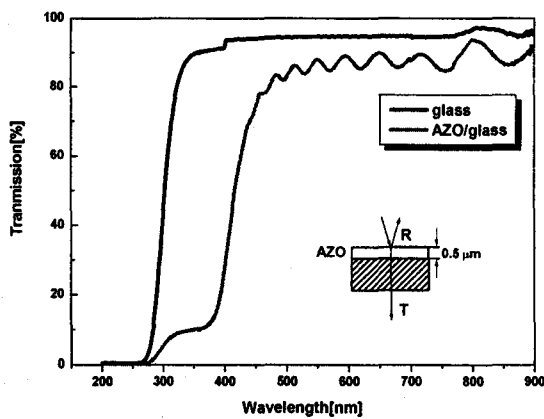


그림 2. 증착된 AZO 박막의 투과율.

$$t = \frac{0.9\lambda}{B \cos(\theta_B)} \quad (1)$$

(1)식에서 λ 는 X-ray의 파장(1.5406 Å), B는 FWHM(0.26), θ_B 는 (0002)방향의 X-ray 회절각(17.37°)이다. Scherrer 공식에 의해 계산된 AZO 박막의 결정크기는 54.83nm이다.

그림 2는 증착된 AZO박막의 광투과율을 보여준다. LED에 적용될 AZO박막은 가시광 영역에서 80%이상의 높은 투과율을 필요로 한다. 본 연구에서 증착된 AZO 박막은 가시광 영역(400~800nm)에서 평균 85.9764%의 높은 투과율을 보였으며, 이러한 높은 투과율은 AZO박막을 LED에 적용할 수 있는 수치이다.

그림 3은 에칭 시간에 따른 AZO 박막의 표면 SEM 사진이다. 사진에서와 같이, 에칭 시간이 증가함에 따라 AZO 박막의 표면 모폴로지가 증가하는 경향을 보였으며, AZO 박막의 표면구조가 texture구조화 되는 것을 확인하였다. 특히, 60초 습식 에칭 된 AZO 박막의 표면에서 가장 우수한 texture 구조를 확인하였다. 이러한 결과는 AZO 박막을 습식에칭 할 때, grain boundary보다 grain의 에칭속도가 빠르기 때문으로 생각되며, 이는 선행연구의 결과와도 일치한다.

4. 결론

본 연구에서는 LED의 효율 향상을 위하여, AZO 박막을 제조하고, 400 °C에서 2시간 후열처리 하였다[5]. 그리고

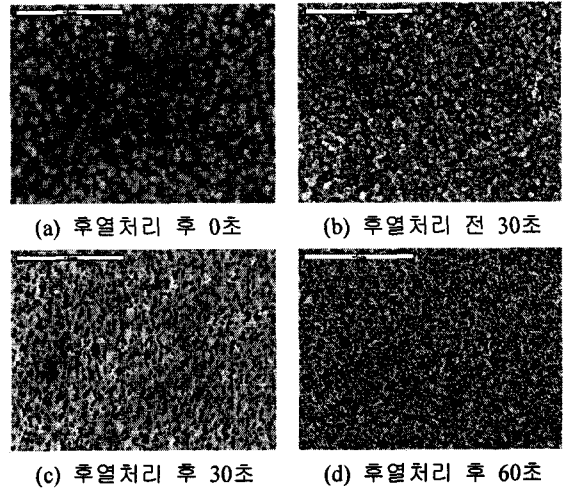


그림 3. 에칭시간에 따른 AZO 박막의 표면 FE-SEM 사진.

에칭 시간에 따른 AZO박막의 표면 texture구조를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) XRD분석 결과, AZO 박막은 (0002) 우선 배향되었고, (0002) 방향의 Peak Intensity는 21,322였으며, FWHM은 0.26°로 우수한 결정성을 확인하였다.
- 2) 제조된 AZO 박막의 가시광 영역에서의 광투과율은 85.97%였으며, 이는 투명전도성 AZO 박막을 LED에 적용할 수 있는 수치이다.
- 3) 습식에칭 된 AZO 박막 표면에서 texture 구조를 확인하였으며, 에칭시간이 증가함에 따라 AZO 박막의 표면 모폴로지는 증가하였다. 또한 60초 에칭 했을 때, AZO 박막 표면구조가 가장 texture구조화 되었다. 따라서 texture 구조화된 AZO 박막을 LED에 적용할 때 효율의 향상을 기대할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구 결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Akhlesh Gupta, Alvin D. Compaan, Appl. Phys. Lett., Vol. 85, No. 4, P. 684, 2004.
- [2] R. Banerjee, S. Ray, N. Basu, A. K. Batayal, and A. K. Barua, J. Appl. Phys., Vol. 62, No. 3, p. 912, 1987.
- [3] 김경민, 진은미, 김덕규, 박춘배, "Al₂O₃함량에 따른 bulk형 AZO의 구조적 특성", 한국전기전자재료학회 2006 춘계학술대회는문집, p. 51, 2006.
- [4] S. Cho, J. Ma, Y. Kim, Y. Sun, G. K. L. Wong, J. B. Ketterson, Appl. Phys Lett., Vol. 75, Issue. 18, P. 2761, 1999
- [5] V. Gupta, A. Mansingh, J. Appl. Phys., Vol. 80, Issue 2, p. 1063, 1996.