

태양전지용 ZnO:Al 박막의 wet etching에 따른 특성 변화

정유섭, 김상모, 김경환
 경원대학교 전기공학과

Yu-Sup Jung, Sang-Mo Kim, and Kyung-Hwan Kim
 Department of Electrical Engineering, Kyungwon Univ.

Abstract : Wet etched ZnO:Al films for thin film solar cells were prepared by Facing Target sputtering(FTS) method. Wet etching has been used to produce a rough TCO surface that enables light trapping in the absorber. The ZnO:Al films for thin film solar cells were etched by HCl 0.5%. The etching performance of ZnO:Al films can be tuned by changing etching time. The etched ZnO:Al films compared to a smooth ZnO:Al thin film structure. From the results, the lowest resistivity of deposited films was $5.67 \times 10^{-4} [\Omega\text{-cm}]$ and the transmittance of all ZnO:Al thin films were over 80% in visible range.

Key Words : Wet etching, ZnO:Al, thin film solar cell, FTS

1. 서론

현대 사회는 에너지 자원의 고갈 및 화석연료로 인한 지구 온난화 등의 환경적인 문제 등이 대두되고 있다. 그리고 2005년 2월 국가별 온실가스 배출량 감축에 대한 구체적인 일정과 계획을 담은 교토 의정서가 발효됨에 따라 어느 때보다 대체 에너지에 대한 중요성이 강조 되고 있어 태양광을 이용한 대체 에너지 개발이 중요시 되고 있다. 이에 따라 기존의 단결정, 다결정 태양전지에 비해 저렴한 박막형 태양전지의 연구가 여러 방면에서 이루어지고 있다. 최근 박막태양전지에 응용하기 위한 투명전도막으로 ITO 및 FTO 등의 물질이 주로 사용되어 왔다. ITO와 FTO 박막은 $10^{-4}\Omega\text{-cm}$ 대의 낮은 비저항과 가시광선 영역에서 90%이상의 높은 투과도를 가지지만 소자로 제작될 시 수소 플라즈마 분위기에 계속 노출되게 되면 투명전도막 표면에 In이나 Sn이 환원되어 나타남으로써 전기 및 광학적 특성이 현저히 저하되는 단점이 있다. 또한 ITO의 경우 고가의 In을 사용하기 때문에 생산 단가가 상당히 높아지는 단정도 있다. 이에 반해 ZnO 물질은 우수한 전기적, 광학적 특성의 장점을 지님과 동시에 인체에 무해하고 상대적으로 저렴하다.[1] 이러한 특징으로 인하여 Al이 도핑된 ZnO 물질이 태양전지의 투명전극으로 많이 이용되고 있다. 본 실험에서는 박막 태양전지의 광 흡수 층에 흡수되는 빛의 산란율을 높이기 위 HCl을 이용하여 wet etching된 ZnO:Al 투명전극을 제작해 보았다.

2. 실험

(FTS) 장비의 간략도 이다. 이 장비의 경우 고밀도의 플라즈마를 형성 하여 높은 증착률과 낮은 가스 압에서도 안정적인 방전을 유지 할 수 있으며, 기판과 타겟이 마주보고 있는 기존의 스퍼터링 장비와는 달리 플라즈마가 기판에 직접적으로 닿지 않기 때문에 증착시 기판의 손상을 최소로 할 수 있는 특징이 있다.[2].

박막태양전지용 ZnO:Al 투명전극의 증착 조건은 표 1과 같으며, wet etching은 HCl 0.5%에서 15초, 30초, 45초의 에칭 시간에 따라 진행되었으며, 전기적, 광학적, 구조적 특성은 Hall effect measurement (Ecopia), UV-VIS spectrometer(HP) 및 Scanning Electron Microscope(Hitachi)를 통해 조사되었다.

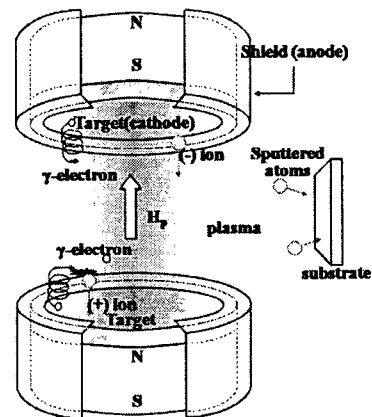


그림 1. 대향타겟 스퍼터링(FTS) 장비의 간략도

그림 1은 ZnO:Al 박막을 증착하기 위한 대향타겟 스퍼터링

Deposition Parameter	Conditions
Targets	ZnO:Al (2wt%, 5N) Zn (5N)
Substrate	Glass
D _{T-T}	100mm
D _{T-S}	100mm
Base pressure	2×10 ⁻⁶ Torr
Working gas pressure	1mTorr
O ₂ /(Ar+O ₂) gas flow rate	0.2
Substrate temperature	R.T
Thickness	300nm

표1. 투명전극용 ZnO:Al 박막의 증착 조건

3. 결과 및 고찰

그림2는 에칭시간에 따른 ZnO:Al 박막의 전기적 특성을 보여준다. 에칭시간이 증가할수록 비저항이 증가함을 볼 수 있었으며, 홀 이동도의 경우 비저항이 증가할수록 감소함을 알 수 있었다. 또한 두께가 감소할수록 전도도가 떨어지는 경향이 있는데, 에칭에 의해 감소된 막의 두께가 비저항의 증가와 홀이동도의 감소를 가져온 것으로 사료된다.[2]

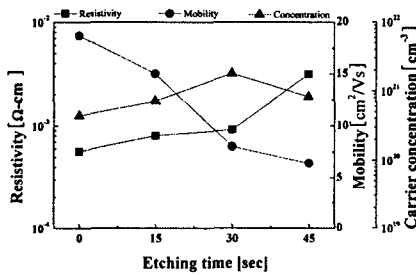


그림 2. 에칭시간에 따른 ZnO:Al 박막의 전기적 특성

그림3은 에칭시간에 따른 ZnO:Al 박막의 광 투과도를 나타내었다. 에칭시간이 증가 할수록 광투과도의 경우 Red-shift를 함을 투과도 그래프를 통해 알 수 있다. 이는 에칭에 의해서 캐리어 농도가 증가함으로써 ZnO:Al 박막의 밴드갭 에너지가 높아지는 것과 관계가 있다.

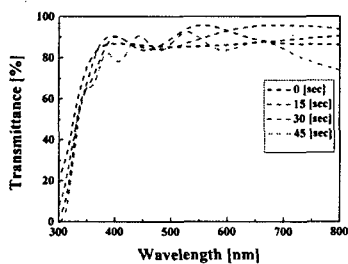


그림 3. 에칭시간에 따른 ZnO:Al 박막의 광 투과도를

그림4는 에칭시간에 따라 텍스처된 ZnO:Al 박막의 표면을 나타낸 그림이다. 그림(b)와 그림(c)에서의 경우를 볼 수 있듯이 에칭시간에 따른 표면의 계질 현상을 확인 할 수 있었다. 그림(d)의 경우 ZnO:Al 박막의 단차 측정 결과 막의 두께가 현저히 감소했음을 알 수 있었다.

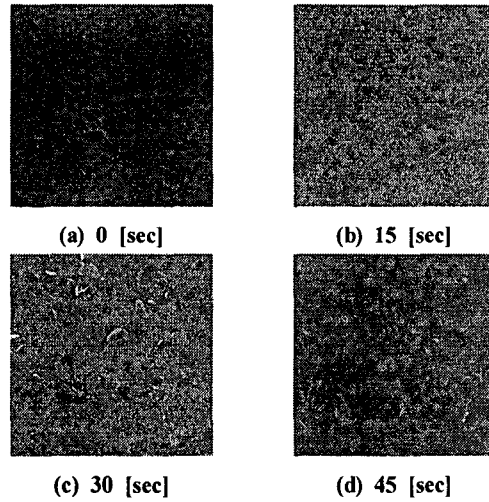


그림 4. 에칭시간에 따른 ZnO:Al 박막의 SEM 사진

4. 결론

본 연구에서는 대향타겟스퍼터링 장비를 이용하여 태양전지용 ZnO:Al 박막의 wet etching에 따른 특성 변화를 조사 하였다. 전체적으로 에칭시간이 증가 할수록 비저항, 홀 이동도가 증가 하였고, 캐리어 농도는 감소함을 알 수 있었다. 광 투과율의 경우 Red-shift 하여, 밴드갭 에너지가 증가함을 알 수 있었다. 그리고 표면의 경우 HCl에 장시간 노출 될 경우 막의 두께가 현저히 감소함을 알 수 있었다. 본 실험의 결과에 따라 막 두께를 증가시키고, 에칭 시간을 줄임으로써 ZnO:Al 박막의 전극으로써의 전기적 특성을 유지하며 표면 텍스처링을 통한 표면계질 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 이후 wet etching에 의해서 투과되는 광의 산란율, haze를 그리고 wet etching이 박막 태양전지의 효율에 어떠한 영향을 주는지에 대한 실험이 진행 될 것이다.

참고 문헌

- [1] B. S Kim, E. K Kim, and Y. S Kim, "Properties of TCO fabricated with annealing temperature of Al doped ZnO film for Solar Cell application," J. Kor. Ceram. Soc. Vol.43, No.9, p.532, 2006
- [2] 조병진,금민중,서화일,김광선,김경환 "투명전극용 AZO 박막의 막 두께 의존성", 한국반도체 및 디스플레이학회 추계학술 대회용 논문집, p93-96, 2005