

Modified magnetron sputtering for fast deposition of Al doped Zn oxide film

Long Wen*, Jinxiang Piao, Manish Kumar, 한전건

School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (E-mail: moon223@skku.edu)

초 록: 개량한 플라즈마 소스를 이용하여 Al doped ZnO (AZO) 박막을 증착하였다. 이 실험에서 박막의 증착두께를 200nm로 고정하였고 공정압력과 기판사이 거리는 4 mTorr과 4 cm로 정하였다. 인가전력 그리고 윗 타겟 인가전압을 변수로 하였을 경우 AZO 박막의 방향성과 결정성을 XRD로 측정하고 분석하였고 박막의 전기적 특성을 Hall measurement로 측정하였다. 그 결과 인가파워가 2W/cm², 윗 타겟 인가전압이 0 W 일 때 박막의 전기적 특성이 가장 좋게 나타났다.

1. 서론

투명전도막(Transparent Conductive Oxide : TCO)이란 가시광 영역에서 높은 투과율과 가지는 전도성이 높은 막을 의미하며, 전도성이 높은 투명 전도막으로는 ITO, FTO, ATO, ZO, 및 AZO 등이 있다.[1] 태양전지와 Heat Mirror,[2] 평판 디스플레이 및 광전소자 가스센서 등으로 그 응용범위가 점차 확대되고 있다. 투명전도막의 재료로는 ITO나 FTO를 사용하거나 순수 ZnO에 In 과 Al, Si 및 F 등으로 도핑한 ZnO막을 이용한다.

현재 산업적으로 가장 널리 사용되고 있는 것은 In₂O₃와 SnO₂ 및 ZnO등의 산화물이다. 그중에서 디스플레이 제품이나 태양전지 등의 대표적인 투명전극으로 사용되는 ITO (Indium Tin Oxide)박막은 높은 광투과율과 낮은 비저항 특성을 나타낸다. 그러나 희귀금속인 In 의 고갈로 인한 원가 상승, 수소 플라즈마에 노출 시 열화 및 높은 온도에서의 열적 불안정성 등의 단점들이 있다.

이와 같은 ITO박막의 단점을 극복하기 위하여 ITO 박막의 조성비 변화나 막의 새로운 제작 방법 등에 대한 연구들이 많이 시도되고 있으나, 아직까지 고품질의 ITO 박막을 대체할 수 있는 새로운 투명 전극 물질의 개발에 대한 연구들이 많이 시도되고 있다. 그 대부분은 제조비용이 저렴하고 비교적 높은 광투과율과 넓은 대역의 에너지 밴드 갭 및 수소 플라즈마 상태에서의 화학적 안정성이 우수한 특성 등을 가지고 있는 Al doped ZnO (AZO) 박막에 집중되고 있다.

기존은 많은 연구에서는 낮은 공정온도가 가능하고 높은 밀도의 플라즈마를 발생시키는 Facing target sputtering 소스를 사용하였다. 그러나 Facing target sputtering 소스는 낮은 증착 속도와 두 개의 타겟 외의 다른 빈 공간으로 인하여 전자를 완벽하게 구속하지 못하는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위하여 이번 연구에서는 새로운 magnetron sputtering 소스를 제작하고 이 새로운 소스로 플라즈마 변수에서의 AZO 박막 성능을 고찰하였다.

2. 본론

본 연구에서는 그림 1과 같은 구조의 장치를 사용하였다.

개량한 플라즈마 소스는 네 개의 타겟이 square 형태로 연결되어 있고 위쪽에는 다른 한 개의 타겟이 뚜껑형태로 되어 있다. 이런 설계는 기존의 FTS 타겟이 빈 공간으로 인하여 전자들을 완벽하게 구속하지 못하는 단점을 보완하여 더 높은 밀도의 플라즈마를 생성할 수 있다. 그리고 뚜껑타겟에서도 square 형태의 타겟과 다른 독립형 파워를 연결하여 사용함으로써 이온과 전자의 에너지 control이 가능하다. 새로운 플라즈마 소스는 고밀도 플라즈마 생성과 에너지 control이 가능한 장점을 가지고 있다.

Ar 가스만 사용하여 AZO 박막을 제작하였다. 모든 샘플의 박막의 두께는 200nm로 고정하였고 플라즈마 변수로는 인가전압, 윗타겟 인가전압으로 하였다. 자세한 실험 조건은 표1에서 나타내었다. 그리고 X-ray diffraction (XRD)으로 박막의 방향성과 결정성을 분석하였고 optical emission spectroscopy (OES)로 플라즈마 진단을 하였다. 그리고 Hall measurement로 박막의 전기적 특성을 분석하였다.

표 1. Experimental conditions

Parameters	Condition
gas	Ar
Base Pressure	Below 2×10^{-5} Torr
Deposition Pressure	4 mTorr
Processing Temperature	Room Temperature
Ar	200 sccm
DC power	0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 W/cm ²
Substrate distance	4 cm
Top electrode power	0, 50, 100, 150 W

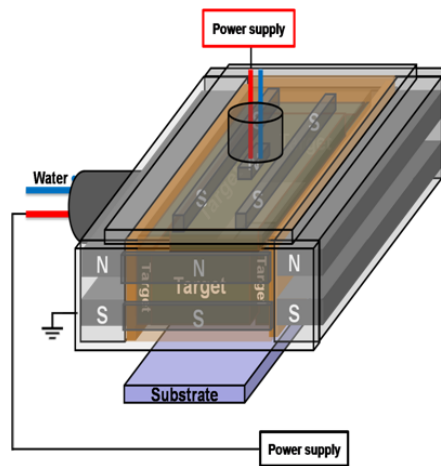


그림 1. 개량한 플라즈마 소스 개략도

3. 결론

개량한 플라즈마 소스를 이용한 플라즈마 변수에 따른 AZO 박막의 전기적 성능 상관관계를 연구하였다. 우선, 개량한 플라즈마 소스를 이용하여 두 가지 플라즈마 공정변수 하에 AZO박막을 합성하였다. 적절한 플라즈마 에너지를 통하여 AZO 박막의 전기적 특성을 향상 시켰다. 기판에 전달하는 에너지의 증가에 따라 AZO박막의 전기적특성이 증가하는 경향을 알 수 있고 너무 많은 에너지가 인가되면 필름이 damage를 받아 필름 성향이 내려가는 것을 알 수 있다.

참고문헌

1. K. L. Chopra, S. Major and D. K. pandya "Transparent conductors" Thin Solid Films 102 (1983).
2. C. M. Lampert, Energ research 7 (1983) 359.