

### ITO/PET 박막의 전기적 특성에 미치는 자장강도의 영향

#### Electrical properties of ITO thin films deposited on PET using different magnetic field strengths

박소윤<sup>a\*</sup>, 변자영<sup>a</sup>, 송풍근<sup>a</sup>

<sup>a</sup>부산대학교 재료공학과(E-mail:thdbs1125@pusan.ac.kr)

**초 록:** In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>에 Sn이 도핑된 Indium Tin Oxide (ITO)는 높은 전기전도성 및 광투과율을 가지므로 터치센서, 태양전지, 스마트 윈도우, 플렉시블 디스플레이등의 수많은 광전자 소자에 필수적이다. 특히 스마트산업이 발전함에 따라 Touch Screen Panel (TSP) 에 적용되는 터치용 고품질 초박막 ITO의 수요가 증가하고 있다. 그러나 초박막 ITO 필름은 얇은 두께로 인해 낮은 결정성을 가지기 때문에 높은 전기전도성을 확보하기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 결정성을 향상시키기 위하여 초기 박막 성장 메커니즘에 영향을 주는 인자를 제어하는데 목표를 두었으며 이러한 박막 초기의 성장에 영향을 미치는 인자들 중 자장강도를 변화시킴으로써 플라즈마 임피던스를 조절하였다. 그 결과 전기적 특성 및 광학적 특성은 자장강도에 매우 의존함을 확인할 수 있었다.

#### 1. 서론

ITO는 높은 전기전도성 및 광투과율을 요구하는 터치센서, 태양전지, 스마트 윈도우, 플렉시블 디스플레이등의 수많은 광전자 소자에 적용되고 있으며 특히 고성능의 투명 전도 전극은 플렉시블 소자 및 터치센서의 적용을 위해 필수적이다. 박막의 전기적 특성, 특히 ITO 필름의 면저항은 박막의 결정성에 많은 영향을 받는데, 박막의 결정성은 박막의 두께가 증가함에 따라 증가하는 경향이 있다. 그러므로 초박막 ITO 박막의 경우 박막의 낮은 결정성 때문에 좋은 전기적 특성을 얻기 힘들다. 초박막 ITO 필름의 결정성은 증착 중 필름의 초기 성장 단계를 지배하는 인자에 영향을 받는다. 특히 박막의 초기 성장 단계는 스퍼터링 공정중에 생성되는 고 에너지 입자 (Ar<sup>0</sup>, O<sup>-</sup>) 및 스퍼터 입자에 의존적이다. 따라서 증착 중 기판에 도달하여 초기 박막 성장 메커니즘에 영향을 미치는 인자들을 조절하여 스퍼터링 공정중의 고 에너지 입자 (Ar<sup>0</sup>, O<sup>-</sup>) 및 스퍼터 입자의 에너지를 제어해야한다. 즉 같은 파워에서 적정 플라즈마 임피던스를 설정해야한다.

#### 2. 본론

본 연구에서는 DC 마그네트론 스퍼터링 법을 이용하였으며, 플라즈마 임피던스를 조절하기 위하여 자장강도 550, 850, 1450 Gauss 에서 박막 물성을 비교하였다. ITO 타겟 (90 wt% In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10 wt% SnO<sub>2</sub>) 을 사용하였으며 기판은 SiO<sub>2</sub> barrier층이 증착된 PET (PolyEthylene Terephthalate) 를 사용하였다. 다양한 증착조건, 즉 스퍼터링 파워 (50, 100, 150 W), 작업압력 (0.28, 0.5, 0.75 Pa), 기판거리 (50, 70 mm), 산소유량 (0 ~ 3 %)에서 박막을 증착하였다. 또한 이들 박막에 대한 후 열처리 공정에서는 열처리시간 (0.5, 1, 2, 3 h), 열처리 온도 (130 ° C) 를 설정하여 박막 물성을 비교하였다. 위와 같이 ITO 초박막의 증착에 있어서 자장강도에 따른 물성변화를 관찰하였다. 또한 최적 조건(파워, 작업압력, 기판거리, 산소유량)을 설정한 박막에 대하여 기판온도를 증가시켰을 경우 (126 °C)의 변화하는 전기적 특성도 관찰하였다. 기판온도가 RT 인 경우 1450 G에서 물성이 가장 좋았으나, 기판온도를 증가시켰을 경우(126 °C) 850 G에서 전기적 특성이 가장 향상되었다. 이는 자장강도가 높을 때에는 플라즈마 임피던스가 감소하여 (V↓, I↑) 스퍼터 입자의 영향을 받으나, 자장강도가 낮을때는 플라즈마 임피던스가 증가하여 (V↑, I↓) 고 에너지 입자의 영향을 많이 받는데, 850 G 는 스퍼터 입자와 고 에너지 입자의 영향을 모두 받는 구간이므로 준안정상태에 있는 것이다. 이러한 막에 온도를 가했을 경우 두 스퍼터 입자의 조건이 최적화 되어 결정성이 증가했다고 판단된다. 따라서 박막 초기의 성장 메커니즘에 영향을 미치는 인자들을 제어함으로써 기판에 도달하는 스퍼터 입자들의 에너지를 조절하여 최적 물성을 설정하였다.

#### 3. 결론

각 자장강도에서 파워, 작업압력, 산소유량, 후 열처리 시간이 최적화되었으며 이를 통해 스퍼터링 공정 중의 고 에너지 입자 (Ar<sup>0</sup>, O<sup>-</sup>) 및 스퍼터 입자의 영향을 분석할 수 있었다. 자장강도가 낮은 경우에는 높은 파워, 낮은 작업압력, 높은 산소유량 에서 전기적 특성이 좋아졌으며, 자장강도가 높아질수록 낮은 파워, 높은 작업압력, 낮은 산소유량에서 물성이 향상 되는 경향이 나타났다. 전기적 특성을 비교하면 RT에서 제작한 막은 1450 G에서 가장 전기적 특성이 좋았고, 기판온도를 증가시켰을 경우 850 G에서 가장 전기적 특성이 향상되었다. 또한 자장강도가 증가함에 따라 광학적 특성이 향상되는 경향을 나타내었다. 즉, 전기적특성과 광학적 특성은 자장강도에 매우 의존적임을 확인할 수 있었다.

#### 참고문헌

1. T. Minami, H. Nanto, and S. Takata, Applied Physics Letters 41, 958 (1982)

2. Akinori Furuyaa) and Shigeru Hirono, Journal of Applied Physics 87, 939 (2000)
3. J. Goree and T. E. Sheridan, Appl. Phys. Lett. 59 (9),26 August 1991
4. Pung Keun SONG, Yukiko IRIE, Shingo OHNO, Yasushi SATO and Yuzo SHIGESATO\* Japanese Journal of Applied Physics Vol. 43, No. 4A, 2004, pp. L 442-L 445
5. Han-Ki Kim,a,c,z Kyu-Sung Lee,a M.-J. Keum,b and K.-H. Kimb, Electrochemical and Solid-State Letters, 8 (12) H103-H105 (2005)