

## 산소 가스 유량 변화에 따른 ITO 박막의 제작 Preparation of ITO thin film with oxygen gas flow

금민중\*, 전아람, 최동훈, 이교용, 한전건  
(1) 성균관대학교 신소재공학과

**초 록 :** 마그네트론 스퍼터링 장치를 이용하여 산소 가스 유량 변화에 따른 ITO 박막을 실온 제작하였다. 그 결과 산소 가스 유량의 증가에 따라 박막의 비저항이 감소하였으며 적정 유량 이상에서는 비저항이 증가하였다. 또한 산소 가스 유량을 3 sccm으로 고정한 후 ITO 박막의 두께를 변화시킨 경우 막 두께 40nm 이상에서 부터는 0.6~0.8 mΩ·cm의 비저항과 가시광 영역에서 80% 이상의 광투과율 특성을 나타내었다.

### 1. 서 론

현재 디스플레이 분야의 투명 전극으로서 가장 많이 사용되는 ITO 박막은 낮은 전기 비저항( $1\sim 3 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ )과 높은 광 투과도(80% 이상, 가시광 영역)를 가져야 한다. 이러한 특성을 갖는 ITO 박막 제작을 위해서는 제작 시스템에 맞는 조건 확립이 우선되어야 한다[1-5]. 또한 최근 각광을 받고 있는 유연성 기판(폴리머-PC, PET등)을 이용한 디스플레이 분야에서도 ITO 박막 적용에 대한 많은 연구가 이뤄지고 있다. 그러나 폴리머 기판의 경우 온도에 매우 취약한 단점을 갖고 있기 때문에 ITO 박막은 가급적 낮은 온도에서 제작해야만 한다. 따라서 본 연구에서는 산소 가스 유량비 변화에 따른 ITO 박막을 실온에서 제작하였으며 glass와 PC 기판을 사용하여 ITO 박막의 전기·광학적 특성 변화에 관해 연구하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 실험조건

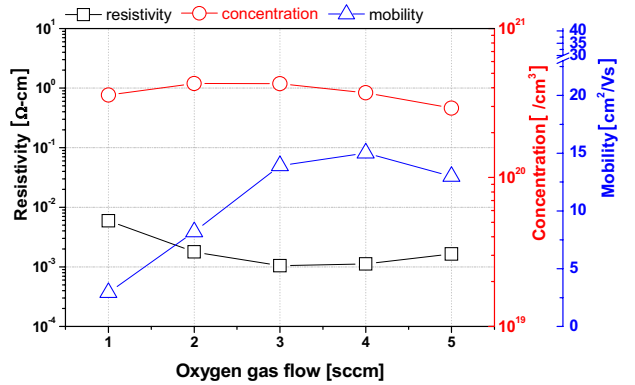
본 실험에서는 마그네트론 스퍼터링 장치를 이용하여 ITO 박막을 제작하였으며 자세한 실험 조건은 표 1에 나타내었다.

표 1. 공정변수와 실험범위

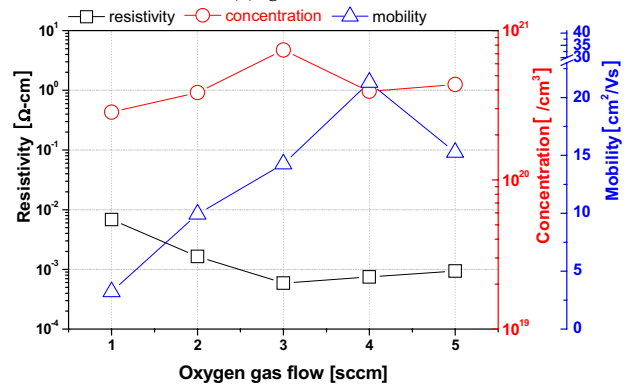
Parameters	Condition
Base pressure	$2.66 \times 10^{-3}$ Pa
Working pressure	0.133 mPa
Substrate	soda-lime glass, PC
Target	Indium tin oxide (SnO <sub>2</sub> 10 wt.%)
Power	DC 1kW
Working temperature	room temperature
Film thickness	25~180nm
O <sub>2</sub> gas flow	1, 2, 3, 4, 5 sccm (@Ar:200sccm)

#### 2.2 산소 가스 유량비에 따른 전기적 특성

그림 1은 산소 가스 유량 변화에 따른 ITO 박막의(막 두께 50nm) 전기적 특성을 나타낸 것이다. 그림 1에 나타난 바와 같이 유입되는 산소 가스 유량이 1~3 sccm의 구간에서는 산소 가스가 증가할수록 박막의 비저항이 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 산소 가스 유량이 증가 할수록 박막 내의 캐리어 농도 및 이동도가 증가하기 때문이다. 그러나 4sccm 이상, 산소 가스 유량이 증가하게 되면 막 내의 캐리어 농도(산소 공공)가 감소하게 되어 비저항이 증가하게 되는 현상이 발생된다.



(a) glass 기판

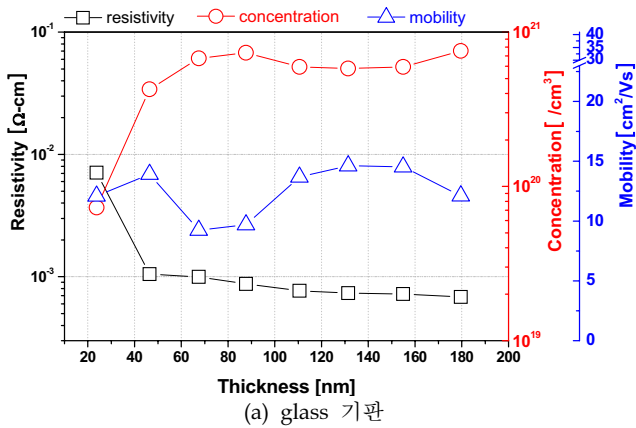


(b) PC 기판

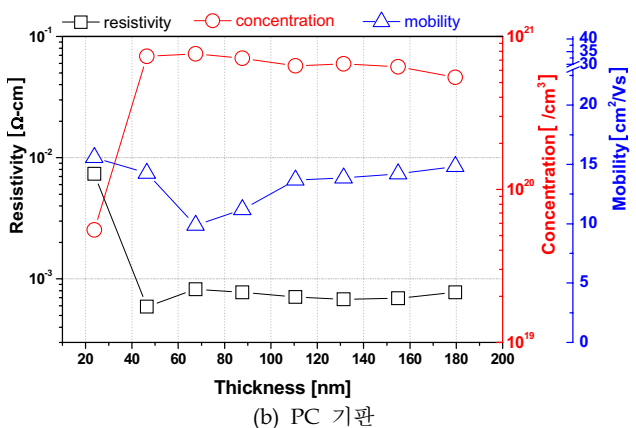
그림 1. 산소가스 유량비에 따른 ITO 박막의 전기적 특성 (ITO 박막 두께 50nm)  
(a) glass 기판 (b) PC 기판

#### 2.3 막 두께 변화에 따른 전기적 특성

그림 2는 산소 가스 유량을 3sccm에서 제작된 ITO 박막의 두께 변화에 따른 전기적 특성을 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 막 두께를 25nm에서 180nm 까지 변화시켜 제작한 경우 박막의 비저항은 20nm에서 40nm로 두께가 증가 할 경우 급격 감소하다가 그 이상 두께가 증가하는 경우에는 약간씩 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 초기 막 두께 20nm까지는 박막의 성장이 완전한 층을 이루지 못해 비저항이 크게 나타났으며 그 이상의 두께에서는 완전한 층을 이룬 상태의 박막이 성장하여 비저항이 감소하게 된 것이다. 또한 그림 1에 나타난 바와 같이 glass 기판에 비해 PC 기판 상에 제작한 ITO 박막의 비저항이 약간 작은 것을 알 수 있는데 이는 glass 및 PC 기판의 표면 에너지 차이가 기판 표면에서 성장되는 ITO 입자들의 확산 차이를 발생시키며 이 때문에 초기 박막 성장 모드 또한 영향을 받게 되어 비저항이 급격 변하게 된 것으로 사료된다.



(a) glass 기판

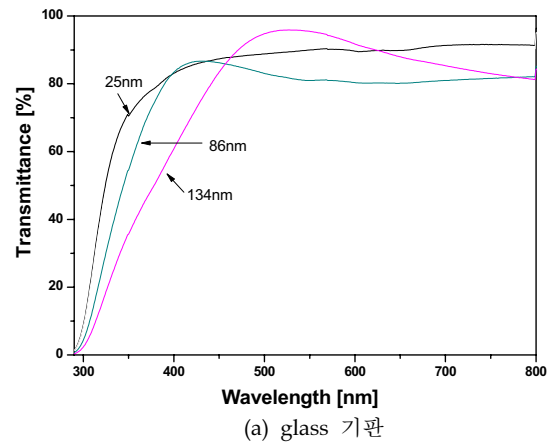


(b) PC 기판

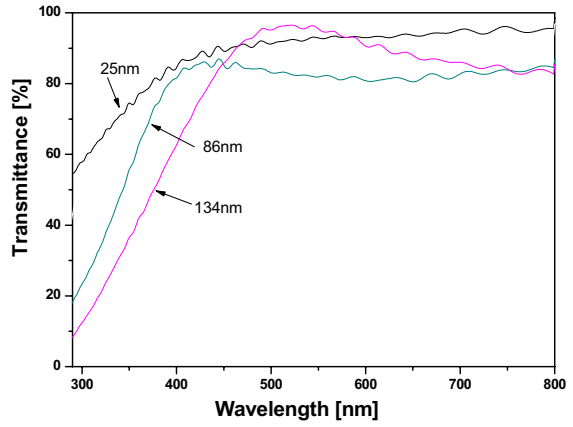
그림 2. 막 두께 변화에 따른 ITO 박막의 전기적 특성 (a) glass 기판 (b) PC 기판

**2.3 광학적 특성**

그림 3은 두께 변화에 따른 ITO 박막의 광투과율을 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 가시광 영역에서의 광투과율은 80% 이상의 특성을 나타낸 것을 알 수 있다. 또한 단파장 영역에서의 광흡수 특성은 막 두께 변화에 따라 캐리어 농도 역시 변화하게 되어 발생하는 B-M shift 현상을 관측할 수 있다.



(a) glass 기판



(b) PC 기판

그림 3. 막 두께 변화에 따른 ITO 박막의 전기적 특성 (a) glass 기판 (b) PC 기판

**3. 결 론**

본 연구에서는 실온에서 산소 가스 유량 및 기판 변화에 따라 제작된 ITO 박막의 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 산소 가스 유량 3sccm에서 제작된 ITO 박막의(막 두께 50nm) 비저항이 가장 낮은 값을 얻을 수 있었으며, 산소 가스 유량을 3sccm으로 고정하여 ITO 박막 두께를 변화시켜 제작한 경우, 막 두께가 20~40nm로 증가 할 경우 비저항의 급격한 감소를 나타내었으며 그 이상 막 두께 증가 시 약간씩 감소하였다. 또한 가시광 영역에서 80% 이상의 광투과율을 갖는 박막을 제작 할 수 있었다.

**감 사 의 글**

본 연구는 과학재단 (과제번호)의 지원으로 이루어졌습니다. 연구는 과학기술부 및 한국과학재단 우수연구센터사업 (센터번호 : R11-2000-086-0000-0 플라즈마 응용 표면 기술 연구센터)지원과 산업자원부 지자체 연구소 육성사업 (RTI-04-02-08)의 과제 지원으로 수행 되었습니다.

**참 고 문 헌**

[1] Shinich Honda, Michio Watamori, Kenjiro Oura "The effects of oxygen content on electrical and optical properties of indium tin oxide films fabricated by reactive sputtering" Thin Solid Films 281-282 (1996) 206-208  
 [2] Kikuo Tominaga, Tetsuta Ueda, Takahiro Kataoka, Ichiro Mori "ITO films prepared by facing target sputtering system" Thin Solid Films 281-282 (1996) 194-197  
 [3] T. C. Gorjanc, D. Leong, C. Py, D. Roth "Room temperature deposition of ITO using r.f. magnetron sputtering" Thin Solid Films 413 (2002) 181-85  
 [4] 이정일, 최시경 "D.C. 마그네트론 반응성 스퍼터링법에 의한 Sn-Doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막의 밀도와 전기적 특성과의 관계" Journal of the Korean Ceramic Society Vol.37, No.7, pp.686-692 2000  
 [5] 하홍주, 조정수, 박정후 "반응성 직류 마그네트론 스퍼터링에 의한 ITO 박막 형성에 관한 연구" The Journal of the Korean Institute of Electrical Material Engineers Vol.8, No 6, pp.699,1995