

Magnetron Sputtering 법으로 증착한 ITO 박막의 저온공정에 관한 연구  
 A study on the low temperature process of ITO film by magnetron sputtering

최동훈<sup>1\*</sup>, 금민중<sup>1</sup>, 이교웅<sup>1</sup>, 김갑석<sup>1,2</sup>, 한전건<sup>1</sup>

(1) Center for Advanced Plasma Surface Technology, School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, 440-746, Korea

(2) Institute for Plasma and Advanced Materials, Cheorwon Plasma Research Institute

초 록 : 본 연구에서는 ion bombardment에 의한 폴리머 기판의 손상을 줄이기 위해 FTS (Facing Target Sputtering) 장치를 이용하여 투명 전극용 ITO 박막을 합성하였다. 산소와 헬륨의 혼합비율을 변수로 하여 박막을 합성한 결과, 투명전극에 적합한 낮은 비저항과 80% 이상의 투과도를 갖는 박막을 합성할 수 있었다.

1. 서 론

투명전극용 ITO 박막은 낮은 비저항( $1 \times 10^{-4} Torr$ )과 높은 투과도(80% 이상, 가시광 영역)를 가져야 한다. 또한 공정 중 산소주입량에 따라 박막의 투명성과 전도성은 영향을 받는다. 따라서 본 연구는 이러한 조건을 충족시키기 위해 여러 변수 중 산소와 헬륨의 혼합비율을 변화시키며 박막을 합성하였다.

2. 본 론

2.1 실험조건

FTS 장치에 의해 합성된 박막의 두께는 150, 700, 1100 nm 이며, target 간 거리는 100mm, target과 substrate간의 거리는 50mm로 고정하였다. 자세한 실험 조건과 장비개략도는 표 1.과 그림 1.에 나타내었다.

표 1. 실험 조건

Parameters	
Base pressure	$2 \times 10^{-5} Torr$
Working pressure	1 mTorr
Substrate	soda-lime glass
Target	Indium tin oxide (SnO <sub>2</sub> 10 wt.%)
Power	DC 500W
Working temperature	below 100°C
Film thickness	150nm, 700nm, 1100nm
Gas ratio (Ar : O <sub>2</sub> /He)	O <sub>2</sub> (0, 5, 10, 15, 20%) He (0, 10, 20, 30, 45, 70%)

2.2 O<sub>2</sub>, He 가스주입량에 따른 비저항 및 투과도 분석

그림 2, 3은 산소와 헬륨 인입량에 따른 비저항 값을 나타낸 것이다.

그림 2.에서 산소가 10%일 때 가장 낮은 비저항 값을 가졌으며, 이 조건하에서 헬륨 주입량에 따른 비저항을 측정하였다. 그 결과 He ratio가 20%일 때 낮은 비저항 값을 얻을 수 있었지만 그림 3.을 통해 볼 수 있는 것처럼 헬륨이 증가함에 따라 비저항도 증가함을 볼 수 있었다.

그림 4.는 UV/Vis 분석을 통해 박막의 투과도를 측정한 결과이며, 이를 통해 He 가스 주입 시 550nm 파장에서 투과도가 92%에서 96%로 증가한 것을 확인할 수 있었다.

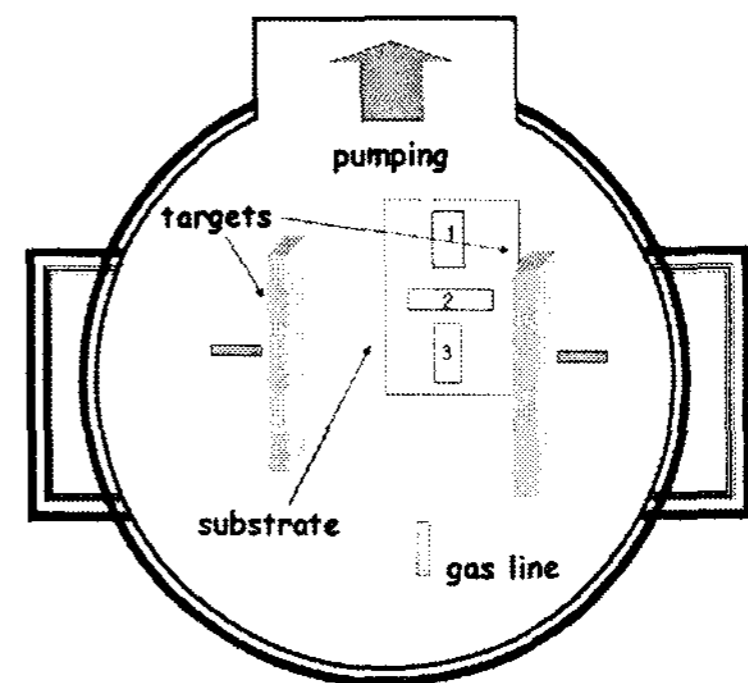


그림 1. 장비 개략도

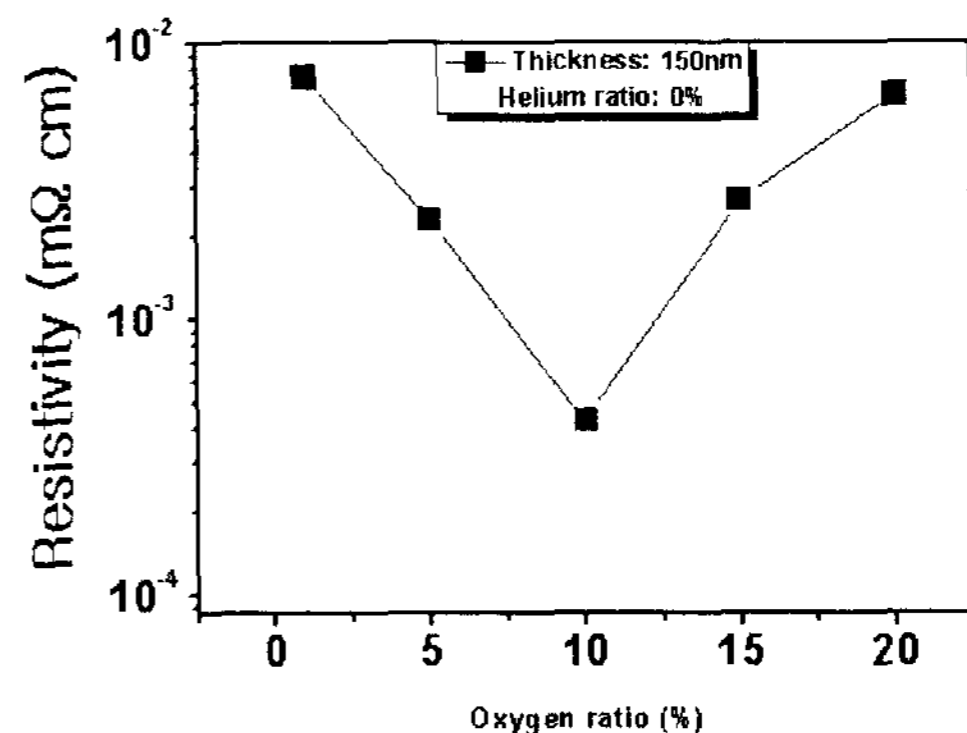


그림 2. 산소 분율에 따른 ITO 박막의 비저항

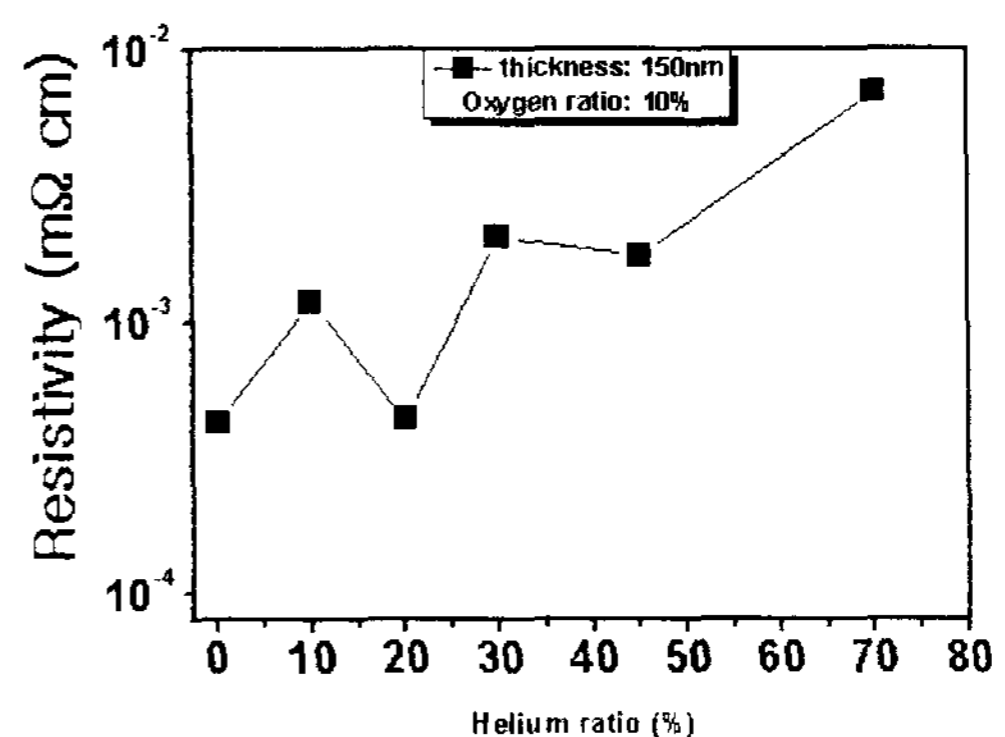


그림 3. 헬륨 분율에 따른 ITO박막의 비저항

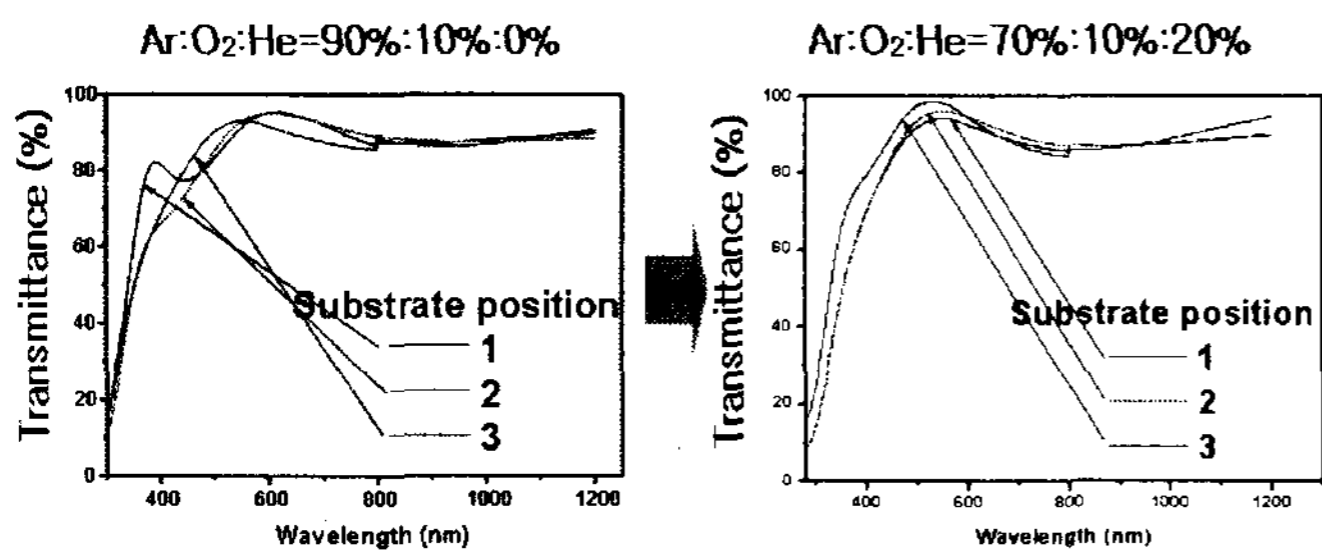


그림 4. 헬륨주입 후 투과도의 변화

### 2.3 두께에 따른 비저항의 변화

그림 5.는 두께에 따른 비저항의 변화를 나타낸 그림이다. 산소 주입량이 10%인 경우, 두께가 증가함에 따라 비저항이 증가하는 경향을 보이며, 이것은 두께 증가에 따른 산소 공공의 감소 때문이다. 산소 주입량을 5%로 하여, 1100nm 두께의 박막을 합성하였을 경우 산소 공공이 증가하여 비저항이 감소하는 결과를 얻을 수 있었다.

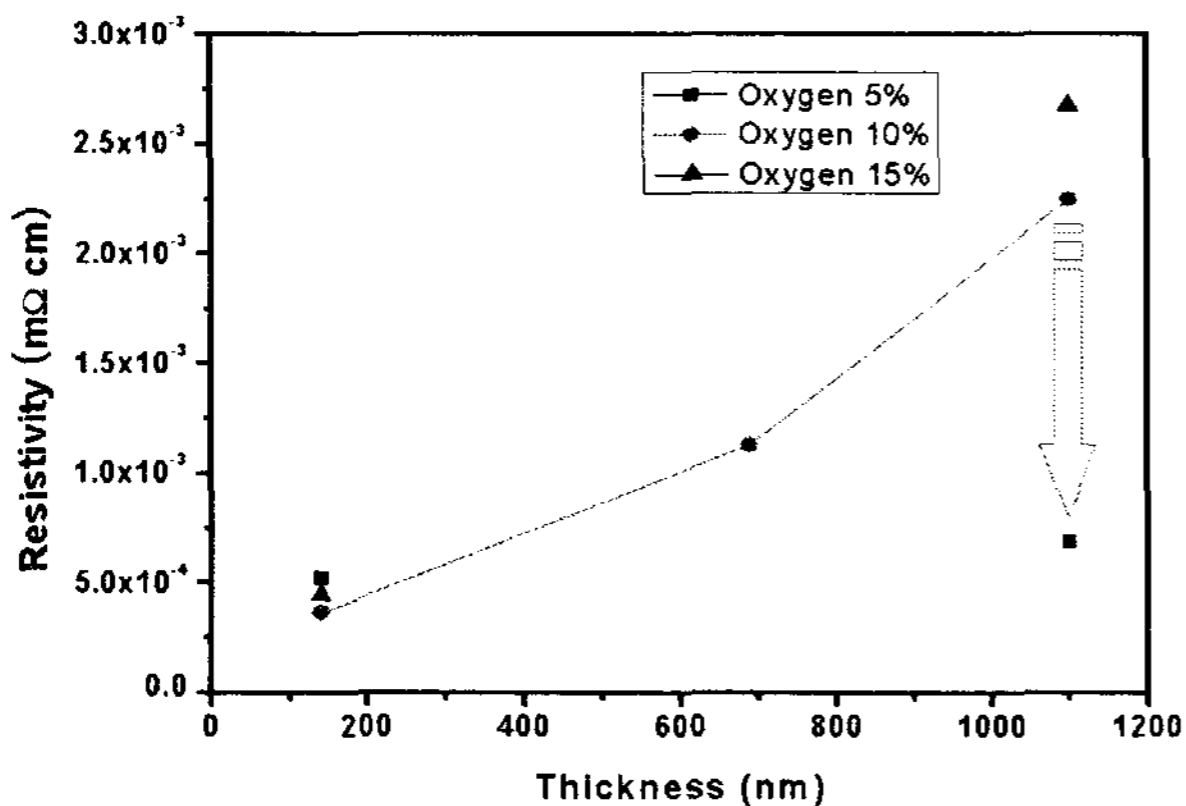


그림 5. 두께에 따른 비저항의 변화

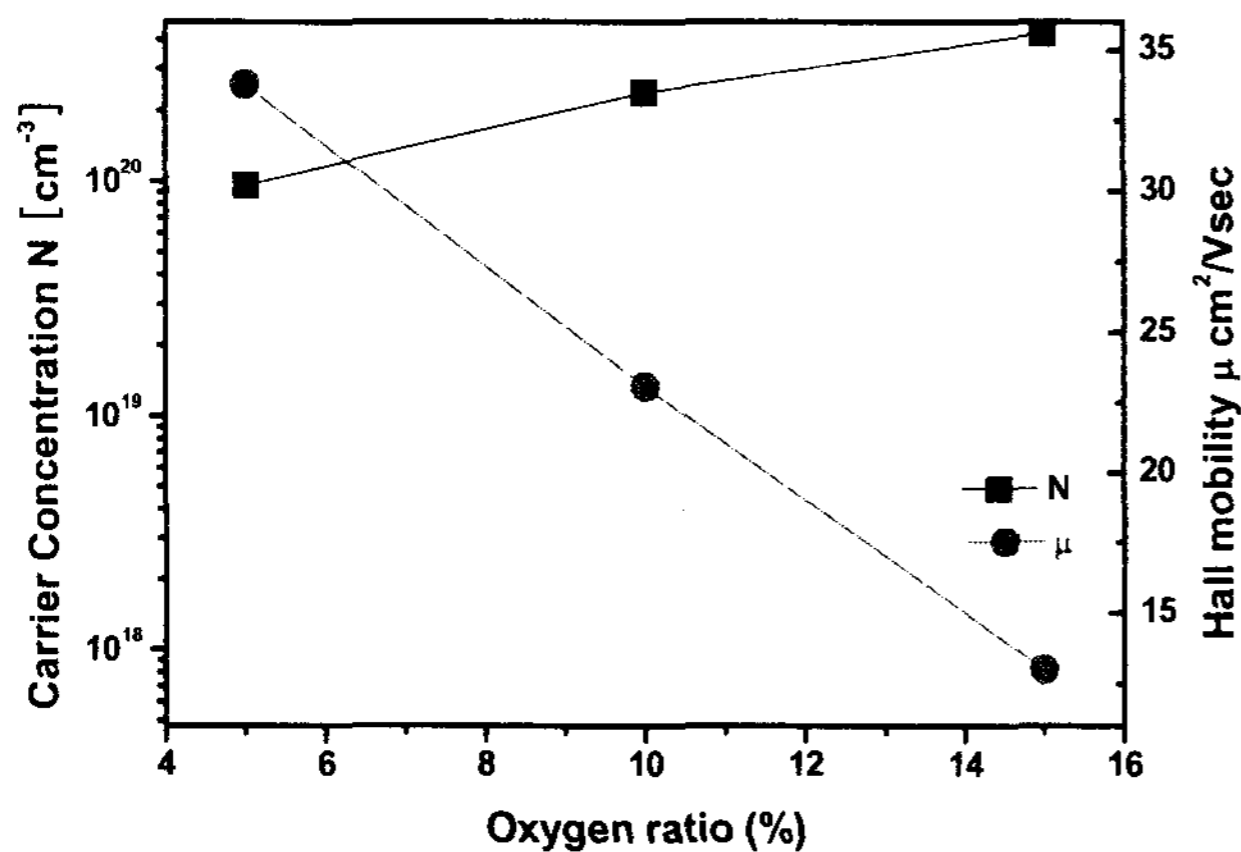


그림 6. 1100nm 두께에서의 캐리어 농도와 이동도

위의 그림 6.에서 알 수 있듯이 1100nm의 두께에서 산소의 주입량을 감소시키면 hall mobility가 증가하여 비저항이 낮아지는 것을 알 수 있다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 투명 전도 박막이 FTS 시스템에 의해 합성되었다. Ar과 O<sub>2</sub>의 비율이 90:10일 때 낮은 비저항과 높

은 투과율을 얻을 수 있고 He를 20% 주입했을 때는 낮은 비저항을 유지하되 더 높은 투과율의 박막을 얻을 수 있었다.

ITO 박막은 산소의 주입량이 10%일 때 가장 좋은 값을 갖는데 두께가 증가할수록 비저항은 증가하여 1100nm 이상의 두께에서 비저항은 큰 값을 갖는다. 그러나 산소의 주입량을 5%로 하여 증착하였을 경우 oxygen vacancy가 감소하여 비저항이 감소함을 볼 수 있었다.

### 감사의 글

The authors are grateful for the financial support provided by the Korea Science and Engineering Foundation through the Center for Advanced Plasma Surface Technology (CAPST) at Sungkyunkwan University

### 참고 문헌

- [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