

저온 마그네트론 스퍼터링에 의해 합성된 IZO 박막의 전기적 특성  
Electrical properties of IZO thin films using magnetron sputtering method at low temperature

박미량<sup>1,2\*</sup>, 김도근<sup>1</sup>, 이성훈<sup>1</sup>, 이건환<sup>1</sup>, 송풍근<sup>2</sup>  
(1) 한국기계연구원, 표면기술연구센터  
(2) 부산대학교, 재료공학부

초 록 : 마그네트론 스퍼터링 공정을 이용하여 100°C 미만의 저온에서 산소유량을 변화시켜 Indium Zinc Oxide(IZO) 박막을 증착하였다. 기판온도의 영향과 산소유량의 변화에 따른 IZO 박막의 전기적 특성 변화를 조사하였다. 그 결과 가열하지 않고 증착한 경우 산소유량비의 증가와 함께 IZO 박막의 비저항이 증가되었고, 80°C로 증착온도를 가열한 경우 산소유량비 조절조건에 따라 최소 비저항이 얻어졌다. IZO 박막의 최저 비저항은 증착온도 80°C, 산소유량비 1% 조건에서  $2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 로 나타났다.

지 않은 조건과 80°C의 증착온도 조건이 유지되도록 제어하였다. IZO 박막의 두께가 150 nm가 되도록 증착시간을 조절하였다.

IZO 박막의 두께와 전기적 특성은 surface profiler (Tencor, P-11)와 4-point probe(Loresta-GP, MCP-T600)를 이용하여 측정되었다. 박막의 표면거칠기는 AFM(NI, SPA400)을 이용하여 측정되었다. 실험의 상세조건을 아래 표 1.에 나타내었다.

표 1. 공정변수와 증착조건

Deposition condition of IZO thin films	
Substrate	Si-wafer(100)
d.c. power	1 A
r.f. power	200 W
Base pressure	$\sim 1.0 \times 10^{-5}$ Torr
Working pressure	$\sim 5 \times 10^{-3}$ Torr
O <sub>2</sub> flow ratio	0 ~ 1.66 %
Substrate temperature	R.T, $\sim 80^\circ\text{C}$

1. 서 론

현재의 디스플레이 시장은 LCD, PDP, OLED 등의 다양한 구동방식의 평판표시장치(FPD: Flat Panel Display)에 대한 경쟁적인 개발이 주류를 이루고 있지만, 최근 보편과 이동의 용이성 등의 장점을 지닌 유연성 표시장치(flexible display)에 대한 관심과 요구가 증대되고 있다. 이에 따라 PET(polyethylene terephthalate), PC(poly carbonate), PES(Polyether sulfonate) 등의 가볍고 유연하며 내열성이 큰 엔지니어링 플라스틱 기판을 유리기판 대신 사용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다.[1,2] 디스플레이 소자의 전극으로 사용되는 투명전도성 산화물(TCO: Transparent Conductive Oxide)로서 ITO(Indium Tin Oxide)가 널리 알려져 있다. 유연성 표시장치나 유기발광표시장치(OLED)의 경우 아주 평탄한 표면거칠기가 요구되지만, 고온에서 증착된 ITO의 경우 전기전도성, 투과특성은 좋지만 거친 표면거칠기와 낮은 식각특성을 가져 표시장치에 대한 적용조건을 충족시키는데 어려움이 있다.[3,4] 증착온도의 제한으로 100°C 이하의 저온에서 형성시킨 ITO 박막은 결정성 제어에 어려움이 있어 전기적 광학적 특성 저하를 가진다. 이 때문에 저온에서 우수한 특성을 가지는 투명전도막 합성 연구가 필요하다.

본 연구에서는 우수한 가시광 투과율, 전기전도도, 에칭 특성, 낮은 표면거칠기를 가진 것으로 알려진 IZO(Indium Zinc Oxide) 박막을 저온 마그네트론 스퍼터링 공정으로 합성하였다. 증착온도와 산소유량비에 따른 IZO 박막의 전기적 특성 변화를 조사하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

본 연구에서는 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-10wt% ZnO 타겟(400×90mm<sup>2</sup>)을 이용하여 r.f. 부가형 d.c. 마그네트론 스퍼터링법으로 IZO 박막을 증착하였다. 기판과 타겟의 거리는 약 80 mm를 유지하였다. (100)방향의 Si-wafer를 기판으로 사용하였으며, 아세톤과 알콜, 이온교환수를 바꾸어가며 초음파 세척하였다. 로터리펌프와 터보분자펌프를 이용하여 초기진공도를 low  $10^{-5}$  Torr 이하로 배기하였다. 증착시 초고순도 아르곤(Ar, 5N)과 산소(O<sub>2</sub>, 5N)를 사용해 산소의 유량비(O<sub>2</sub>/(O<sub>2</sub>+Ar), %)를 변화시켰다. 공정진공도는 약  $5 \times 10^{-3}$  Torr로 유지하였다. 산소유량비의 변화와 함께, 기판에 인위적인 열을 가하

2.2 실험 결과 및 고찰

그림 1에 두 가지 온도 조건(비가열, 증착온도 80°C 가열)에서 증착한 비저항 변화를 조사한 결과를 나타내었다. 가열하지 않고 증착한 경우 산소유량비를 증가시킴에 따라 약  $2.9 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 에서  $7.1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 까지 비저항이 증가하였다. 증착온도 80°C 조건에서는 산소유량비의 증가와 함께 박막의 비저항이 감소하다 산소유량비가 1%일 때 약  $2.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 의 최저 비저항 값을 가졌으며, 그 이상의 산소를 주입하면 비저항이 다시 증가하는 거동을 보였다.

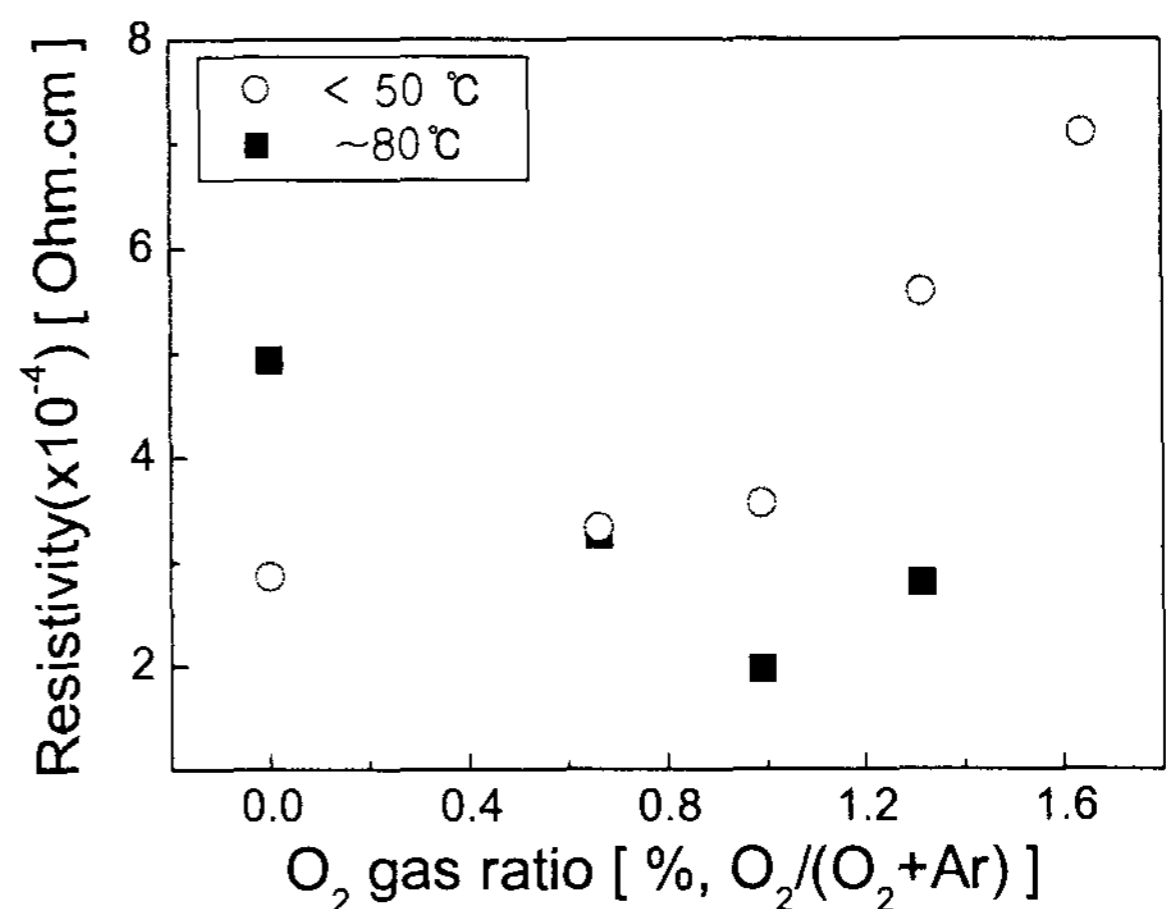
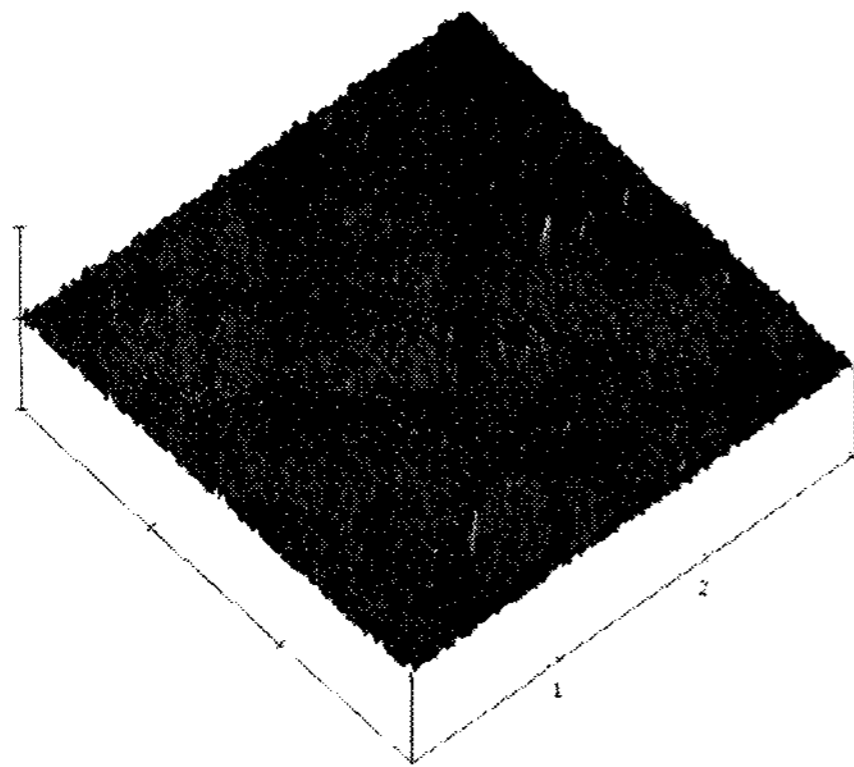


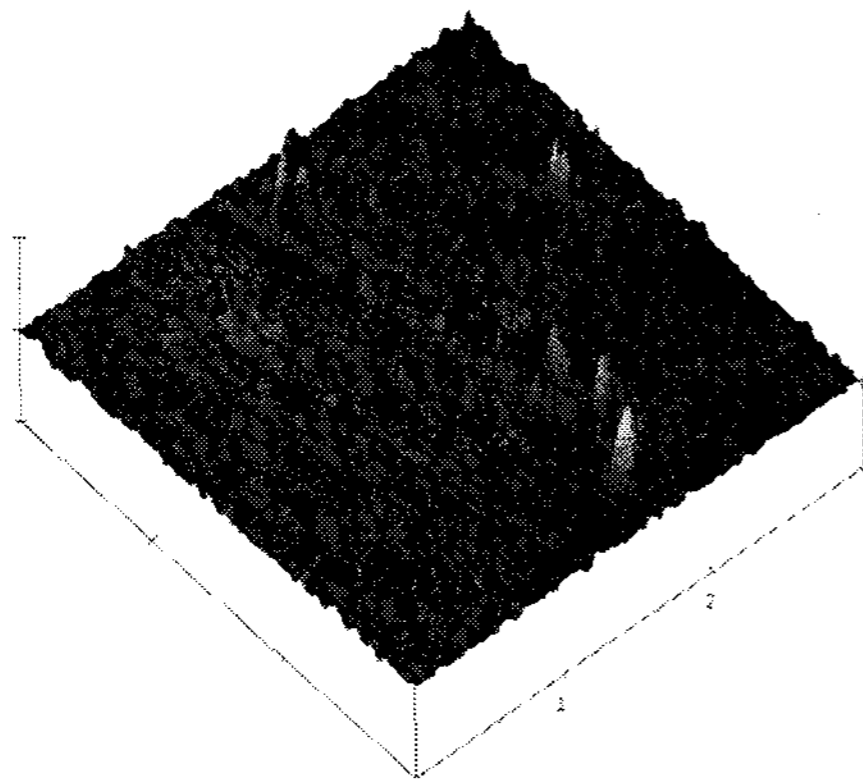
그림 1. Change of the electrical resistivity of IZO films with O2 flow ratio

## 참 고 문 헌

- [1] K. Noda, H. Sato, H. Itaya, and M. Yamada, Jpn. J. appl. Phys. 42, 1 (2003)
- [2] H. M. Kim, S. K. Jeung, J. S. Ahn, Y. J. Kang, and C. K. Je, Jpn. J. Appl. Phys. 42, 1 (2003)
- [3] A. Kaijou, M. Ohyama, M. Shibata, K. Inoue, U. S. Patent No. 5, 972, 527 (1999)
- [4] H. Morikawa, M. Fujita, Thin Solid Films, 339, 309 (1999)



(a) 산소 무첨가  
Ra: 0.859 nm, RMS: 1.130 nm



(b) 산소 유량비 1 %  
Ra: 1.184 nm, RMS: 1.869 nm

그림 2. 증착온도 80°C에서 증착한 IZO 박막의 AFM Image

그림 2에 증착온도 80°C에서 산소가스를 주입하지 않은 경우와 1%의 산소를 주입한 경우의 IZO박막의 AFM Image를 나타내었다. 두 시편의 AFM 측정결과에서 산소를 1% 주입한 경우의 조도(Ra: 1.184 nm, RMS: 1.869 nm)가 산소를 주입하지 않은 경우(Ra: 0.859 nm, RMS: 1.130 nm)에 비해 다소 높은 표면거칠기를 보였다. 이 때 AFM 측정면적은  $3 \times 3 \mu\text{m}^2$ 이다. 이와 같은 표면거칠기의 변화는 산소유량의 증가가 결정립 성장에 영향을 주었기 때문으로 생각된다.

## 3. 결 론

선행실험에 의해 설정된 r.f. 중첩 d.c. 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 100°C 미만의 저온에서 IZO 박막을 증착하였다. 기관가열 유무에 따른 산소분압이 IZO 박막의 전기적 특성 변화에 미치는 영향을 조사한 결과 증착온도에 따라 산소분압의 영향이 다르게 나타났다.

기관가열 없이 증착한 IZO 박막의 경우, 산소분압의 증가와 함께 비저항이 증가하였으나, 증착온도 80°C의 조건으로 기관을 가열하여 증착한 IZO 박막의 경우, 산소 도입 유량비의 증가와 함께 비저항이 감소하여 산소유량비 1% 조건에서  $2.0 \times 10^4 \Omega\text{cm}$ 의 최저 비저항값을 보였으며, 이 이상의 산소유량비에서 다시 비저항이 증가하였다.

이와 같은 비저항 변화거동의 원인은 증착과정에서 증착온도와 산소분압의 변화가 IZO 박막의 성장 거동에 영향을 주기 때문인 것으로 판단되며, AFM 분석결과, 기관온도의 상승과 산소분압의 증가가 결정립 성장을 촉진한 것으로 생각된다.