

## 선택적 증착에 의해서 제작한 ZnO 박막의 전기저항을 특성

### The Characteristic on Electrical Resistivity of ZnO film by Ramped method

이우선\*, 최권우\*, 조준호\*, 박진성\*, 서용진\*\*, 김상용\*\*\*, 정용호\*\*\*\*이진

Woo-Sun Lee\*, kwon-Woo Choi\*, Joon-Ho Cho\* Yong-Jin Seo\*\*,

Sang-Yong Kim\*\*\*. Yong-ho Chung\*\*\*\* Jin Lee

#### Abstract

ZnO thin film had been deposited on the glass by Evaporation Ramped method, and electrical and resistivity were investigated. Evaporation gas(O<sub>2</sub>) pressure was 10mTorr~100mTorr, chamber pressure was  $2 \times 10^{-5}$ , and then ZnO film were deposited. Al-doped ZnO thin film had the lowest resistivity( $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ ), and then carrier concentration and Hall mobility were  $6.27 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  and  $22.04 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ , respectively. When ZnO film had been deposited by Ramped method compared with normal method and investigated resistivity.

Key Word(주요용어) : ZnO thin film, Resistivity, Hall mobility

#### 1. 서 론

ZnO는 다양한 반도체성, 광전도성, 압전성 박막물질로 현재 여러분야에서 각광받고 있는 재료중의 하나이다. [1-4] 따라서 최근까지 ZnO박막이 갖는 이러한 특성을 이용해 소자제작 및 물성연구가 많이 진행되고 있다. ZnO박막 제조 방법으로는 우수한 표면의 평활도를 가진 조밀한 박막과 전기 및 광학적 특성이 우수한 박막의 제조가 용이한 Sputtering이 가장 많이 사용되고 있다. [4-5]

ZnO에 Li을 첨가하거나 또는 반응성 스퍼터링법을 사용하면 압전소자로서 응용가능한 약  $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$  정도의 고저항율이 달성된다. 저저항율의 ZnO의 박막

은 높은 광투과율과 더불어  $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  정도의 낮은 저항율이 달성되면 투명전도막으로 이용할 수 있다.

ZnO은 압전성을 유지하면서 박막화 할수 있는 많지 않은 물질중의 하나인데, 이 박막이 양호한 압전성을 가지려면 높은 압전계수와 높은 저항율 (적어도  $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ )을 가져야 한다.

본 연구에서는 Ramped방식으로 ZnO박막을 진공증착법으로 제작하여 Normal으로 제작한 ZnO박막과 저항율을 비교해 보았으며 Sputtering법에 적용시킬 수 있는지를 알아보았다.

#### 2. 실험 및 방법

##### 2.1 ZnO박막 제작 장치

진공증착장치의 개략도를 그림 1에 나타내었다. 챔버는 스테인레스를 원통형으로 제작하고 증발원으로는 텅스텐 보트의 저항열을 이용하였다.

\* 조선대학교 전기공학과

(E - Mail : wslee@mail.chosun.ac/kr)

\*\* 대불대,\*\*\*아남반도체,\*\*\*\* 서강정보대, 목포대

로는 텅스텐 보트의 저항열을 이용하였다.

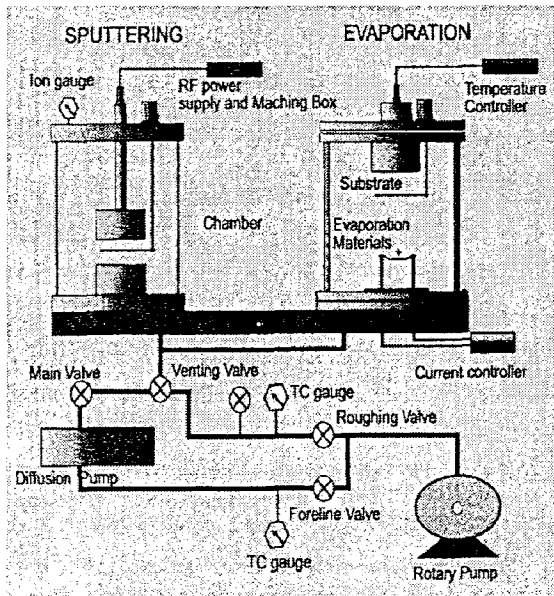


Fig 1.Schematic diagram of Evaporation

본실험에서는기판(substrate)으로 galss(Corning2948)를 사용하였다. 박막의 성형에 앞서 유리기판의 세척 및 건조공정을 실시하였는데, 기판에 존재하는 미세한 불순물일지라도 측정에 오차의 요인이 되므로 기판에 지문이나 유기물질 번지등이 묻지 않도록 하였다. 시료가 닿는 도구나 용기로 미리 초음파 세척을 실시하여 주변으로부터 오염을 최소화 하였으며 그 과정 및 순서를 표1에 나타내었다.

1	Rinse in ultra pure water, twice
2	Ultrasonic cleaning in acetone 15~20min, 50°C
3	Ultrasonic cleaning in acetone 15~20min, 50°C
4	Ultrasonic cleaning in ethanol 15~20min
5	Rinse in ultra pure water, 7times
6	Ultrasonic cleaning in ultra pure water
7	drying 85°C

Table 1.Cleaning process in substrate

고저항율을 갖는 ZnO박막을 얻기위해서99.999% 순도의 Zn powder에 99.99%순도의 O<sub>2</sub> gas를 첨가하여 Ramped방식과 Normal방식으로 ZnO박막을 제작하였다. Ramped방식이란, 그림 2(a)와같이 박막형성에 시간차를 두어 입자들이 소결될 시간을 주는 것이다. 시간차는 챔버내에 있는 셔터로 조절하였다.

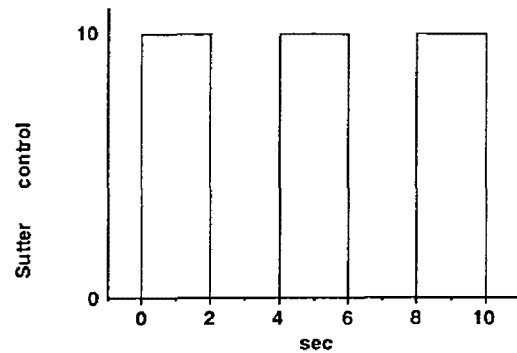


Fig 2(a). Vacuum evaporation by Ramped method

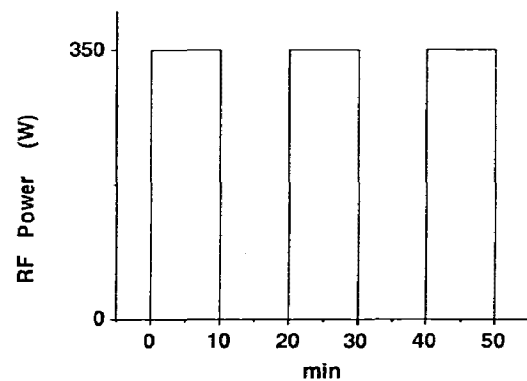


Fig 2(b). Sputtering by Ramped method

그림 2(b)는 Ramped방식을 Sputtering방식에 적용시킨 예이다.

RF Power를 350W로 하고 Control을 shutter로 하여 ZnO입자들이 기판에서 소결될 시간을 주면 저항율이 증가할것으로 사료된다.

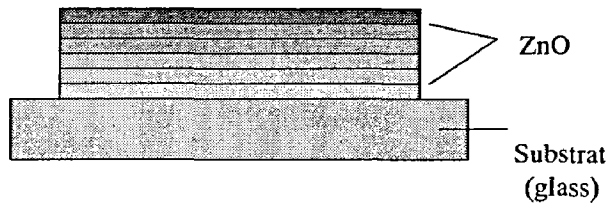


Fig 3(a). ZnO Film on the glass by Ramped method

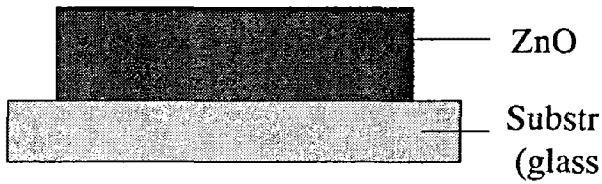


Fig3 (b). ZnO Film on the glass by Normal method

ZnO박막형성에 시간차를 두어 증착하는 단면을 그림3에 나타내었다.

## 2.2 박막의 제조공정

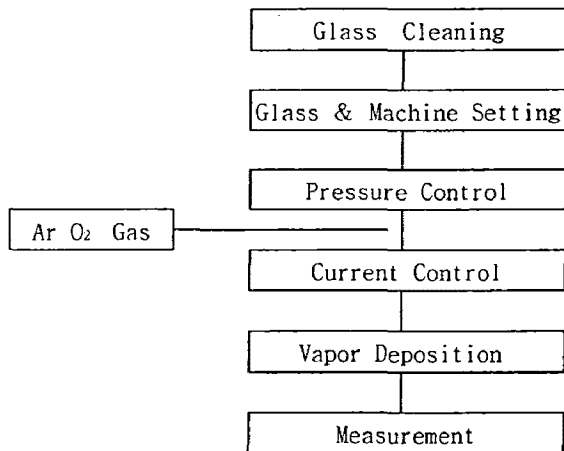


Fig4. The Fabrication flow chart of ZnO thin film

진공증착법으로 ZnO박막을 제조하는 공정을 그림 4에 나타내었다.

증발원과 기판간의 거리는 5[cm]로 평행하게 배치하였고 기판의 온도는 상온30[°C]로 유지하였다.

반응조의 진공도가  $2.0 \times 10^{-5}$ [Torr]로 되고 산소가스의 압력이 10~100[mTorr]가되었을 때 텅스텐 보트에 30[A]의 전류를 흘려보내 ZnO powder가 완전히 녹는 것을 확인한다음 shutter로 조절하여 박막을 형성시켰다. ZnO 박막의 저항율을 4탐침장치(SR1000 Chang-Min Tech)를 사용하여 상온에서 측정하였다.

시편의 비대칭성과 전극접촉부의 불일치성의 영향을 줄이기 위해 시편의 각 위치에 따른 저항을 10회 반복측정하여 그 평균값을 취하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 ZnO 박막의 저항을 평가

그림 4는 ZnO 0.1g, 챔버 압력  $2.0 \times 10^{-5}$ , 기판온도는 상온, O<sub>2</sub> [10~100mTorr], 기판-타겟거리 5cm의 조건에서 Ramped방식과 Normal방식의 저항율을 비교한 그래프이다.

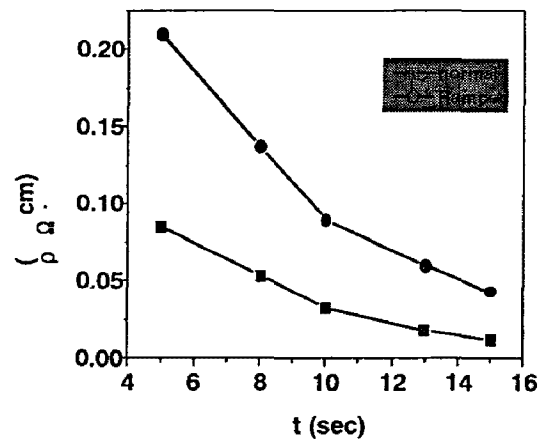


Fig5. Compare with Ramped and Normal

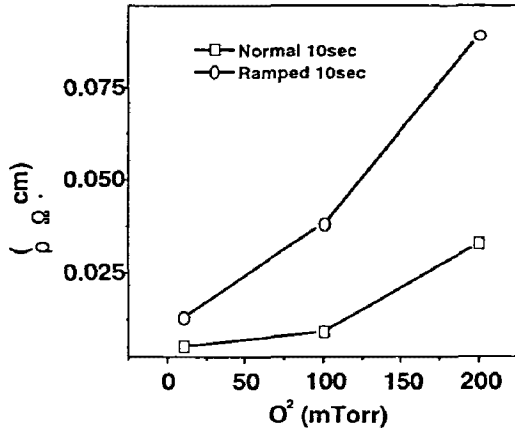


Fig6. Resistivity by Oxygen contents

그림에서 보듯이 Ramped방식으로 제조한 박막의 저항율이 Normal방식으로 제조한 박막의 저항율보다 높게 나타나는 것을 볼수 있다.

이 Ramped방식을 Sputtering에 적용시키면 ZnO입자들이 소결될 시간을주어 ZnO박막이 그림 3처럼 다층구조형식으로 형성되므로 저항율을 높일수 있을 것으로 사료된다.

그림 5는O<sub>2</sub> gas양을 변화시켜 저항율을 측정한 그래프이다.

#### 4. 결 론

Ramped방식과 Normal방식으로 glass (Corning 2948) 기판상에 ZnO 박막을 제조하여 저항율을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

두방식 공통으로 증착시간의 증가에 따른 저항율은 시간이 증가할수록 감소를 보였으며, 산소의 증가에 따른 저항율은 증가를 보였다. ZnO박막의 저항율은 실온에서 Ramped방식과 Normal방식을 비교한 결과 Ramped방식으로 제조한 ZnO Film의 저항율이 더 높게 측정되었다. 이 결과를 토대로 Sputtering방식에 적용시키면 저항율을 높여 압전박막으로 사용할 수있을거라고 사료된다.

- 1.F. Moeller, T.Vandahl, D.C.Malocha, N.Schwe-singer, W.Buff, IEEE : Properties of thick ZnO layer on the oxidized silicon, 1334, pp. 403~406
- 2.Jong-Duk Lee, Joon-Tae Song, The Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers. Vol. 9, 1996, pp. 196~203
- 3.Woon-Jo Jeong, Gye-Choon Park, The Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers.Vol, 11, 1998, pp. 601~606
- 4.Seog-hong Park, Yeong-Chan Son, Sang-Dae Yu, 센서학회지 제5권 4호, 1996, pp. 81~87
- 5.J.Meinschien, G.Behme, F.Falk, H.Stafast, Smooth and oriented AlN thin films deposited by laser ablation and their application for SAW devices, DOI, 1999, 10, pp19~23
- 6.Eung-Choon Lim, Duck-Chool Lee, The Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers. Vol. 10, pp. 217~225