

ZnO-SnO₂복합체의 전기적성질
Electrical Properties of ZnO-SnO₂ Composites

김 태 원 원광대학교 전자재료공학과
전 장 배 원광대학교 전자재료공학과
최 우 성* 원광대학교 전자재료공학과

Tae-Won Kim Dept. of Electronic Materials Eng. Wonkwang Univ.
Jang-Bae Jeon Dept. of Electronic Materials Eng. Wonkwang Univ.
U-Sung Choi* Dept. of Electronic Materials Eng. Wonkwang Univ.

Abstract

The electrical Properties of ZnO added TiO₂ were investigated by using the complex impedance measurement and voltage-current source and measurement unit. The electrical conductivity of ZnO added TiO₂ decrease with increasing the content of ZnO. The frequency-dependent AC conductivity increase as frequency increase. Also, the trend of capacitances is similar to the AC conductivity. The semicircles of impedance spectrum increase with increasing ZnO contents. The decrease of electrical conductivity seems to be the effect of ZnO acceptor adding.

I. 서 론

불순물에 의한 기본물질의 도핑은 metal oxide 가스센서 변수의 최적화 사용 될 수 있는 방법중의 하나이다.^{[1]-[3]} 표면금속의 도핑은 가스분자 흡착위치의 변화와 표면의 페르미에너지 고정을 유발할 수 있다는 가정을 있다. 반면에 벌크 불순물 금속은 초기의 전기전도도를 변화시키는 것으로 알려져 있다.^{[1], [2]}

특히, 감응특성을 향상을 위한 방법으로 금속축매의 첨가외에도 기계적 이종 접촉방식^{[4], [5]}, 박막제조^[6], 그리고 촉매용액속에 담그는 impregnation등의 방법^[7]이 제시되었다. 또한, 안정된 접촉계면을 유지할 수 있는 방안으로는 복합체 형태가 제시되고 있다.

따라서, 본연구에서는 SnO₂의 DC와 AC의 전기전도도의 변화에 어떠한 영향을 미치는 가를 고찰하고자 한다.

II. 실험방법

SnO₂(99%, Aldirich)에 ZnO를 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 7mol%를 첨가시킨 분말 15g을 Zirconia Ball과 함께 섞어 에틸알콜에서 24시간동안 습식 ball milling하였다. Ball milling시의 분순물의 영향을 고려하여 순수한 ZnO 분말도 동일한 조건에서 ball milling 하였다.

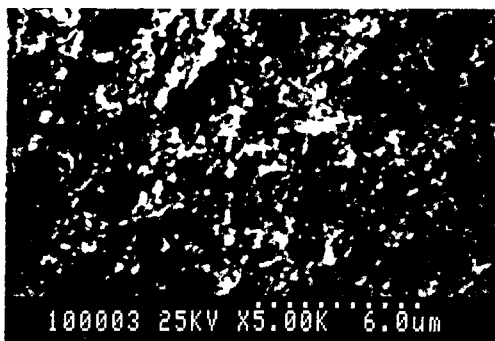
건조된 분말을 0.5g씩 칭량하여 직경 10mm의 steel die에서 동전형태로 1차성형한 뒤, 공기분위기에서 노출되어 3°C/min의 승온속도로 800°C에서 3시간동안 소결하였다. 시편들의 파단면에서의 미세구조를 전자주사현미경으로 관찰하였다.

시편의 양면에 Ag(Demetron 225534) 전극처리하여 전기전도도를 측정하였다. 상온에서 450°C의 온도구간에서 시편들의 교류 및 직류 전기저항을 측정하였다. 교류저항은 impedance analyzer(Hewlett-Packard model 4194a)를 사용하여 100Hz~5MHz의 주파수 범위에서 교류저항을 측정 후, High voltage/source measure unit(Keithley model 237)를 사용하여 -5~+5volt 범위에서 2단계법으로 전류-전압 특성을 측정하였다.

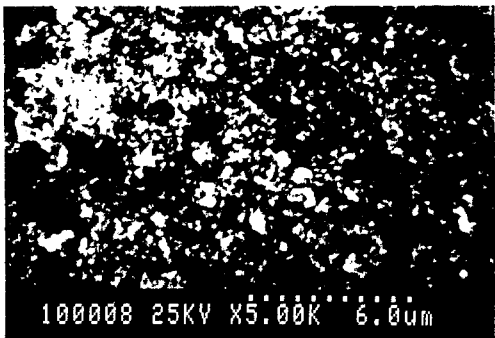
III. 결과 및 고찰

그림 1은 ZnO의 첨가량에 따른 SEM사진이다. ZnO의 첨가량이 증가함에도 불구하고 SEM사진이 변화가 없는 것으로 생각된다.

그림2는 Ag전극처리한 시편의 ZnO의 첨가량에 따른 I-V곡선을 나타내는 것으로 Ohmic접촉을 보여주고 있다.



(a)



(b)

그림 1. ZnO가 첨가된 SnO₂의 미세구조.
(a)0.5,(b)7mol% ZnO가 첨가된 SnO₂.

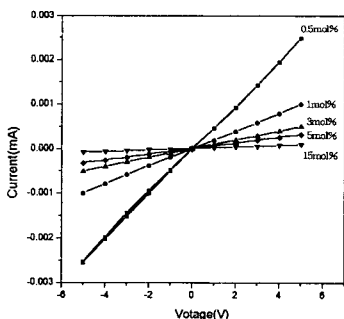


그림 2. ZnO가 첨가된 SnO₂의 I-V 곡선.

그림 3은 그림2에서 보여준 I-V곡선의 ZnO의 첨가량에 따른 전기전도도의 변화를 나타내는 그림으로 ZnO의 첨가량이 증가함에 따라 전기전도도는 어느정도까지는 감소함을 보여준다.

그림 4는 진동수 증가에 따른 AC 전기전도도의 증가를 보여준다. 낮은 주파수 범위에서는 ZnO의 첨가량의 차이에 따라 전기전도도가 큰 변화를 보여준 반면, 고주파 범위로 갈수록 전기전도도의 차이는 줄어들고 있음을 보여준다.

그림 5는 주파수증가에 따른 유전손실값의 변화를 보여주고 있다. AC 전기전도도와 마찬가지로 낮은 주파수 범위에서는 ZnO의 첨가량의 차이에 따라 큰 변화를 보여준 반면, 10⁷Hz를 넘게되면 유전손실값의 차이는 거의 없는 것으로 사료된다.

그림 6은 주파수증가에 따른 캐패시턴스값을 보여주고 있다. 주파수가 증가함에 따라 일정한 차이로 감소하고 있음을 보여주고 있다.

그림 7은 ZnO의 첨가량에 따른 impedance spectrum의 변화를 보여준다. ZnO의 양이 증가함에 따라 반원의 크기는 증가할 것으로 생각된다. 반원의 크기가 ZnO의 양이 증가함에 따라서 증가하는 경향을 보여줌으로써 DC 전기전도도의 경향과 어느정도 일치함을 보여준다. SEM사진을 고려할때 입자와 입계의 변화가 없는 것으로 보아 전기전도도의 감소는 ZnO의 전자 받게효과로 생각된다.

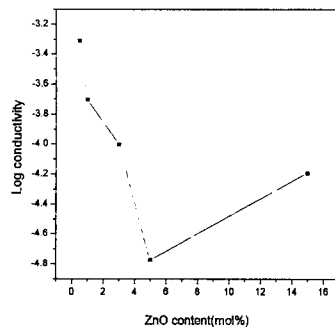


그림 3. ZnO의 농도변화에 따른 전기전도도의 변화.

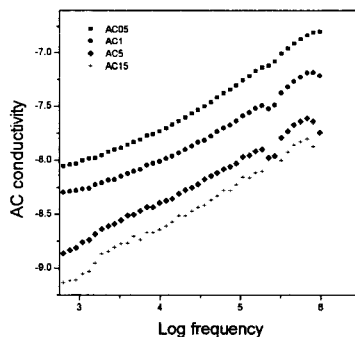


그림 4. 진동수 변화에 따른 교류전기전도도.

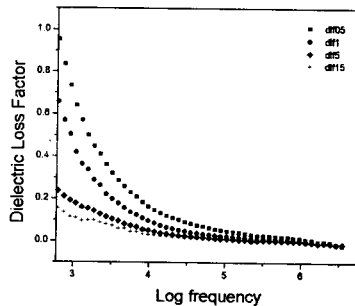


그림 5. 진동수 변화에 따른 유전손실.

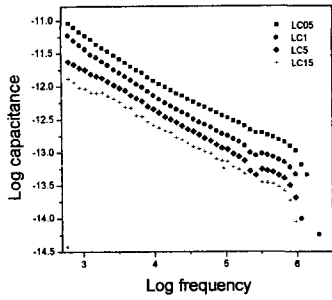


그림 6. 진동수 변화에 따른 캐패시턴스.

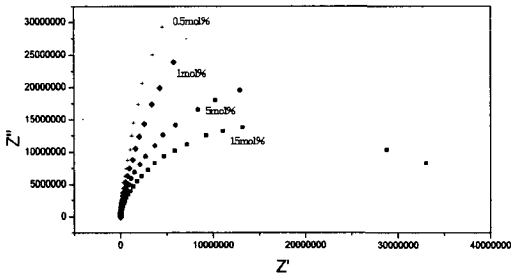


그림 7. 진동수 변화에 따른 임피던스 패턴.

[7] A.R. Raju and C.N.R. Rao, Gas-Sensing Characteristics of ZnO and Copper-Impregnated ZnO," Sensors and Actuators, 5, pp. 75-88, 1984.

VI. 참고문헌

- [1] K.D. Schierbaum, J. Geiger, U. Weimar and W. Gopel, "Specific palladium and platinum doping for SnO₂-based thin film sensor arrays, Sensors and Actuators B, 13-414, pp. 145-147, 1993.
- [2] J. Tamaki, T. Maekawa, N. Miura and N. Yamazoe, CuO-SnO₂ element for highly sensitive and selective detection of H₂S, Sensors and Actuators B, 9, pp. 197-203, 1992.
- [3] N. Butta, M. Melli and S. Pizzini, "Influence of surface parameters and doping on the sensitivity and on the response times of tin oxide resistive sensors, Sensors and Actuators B, 2, pp. 151-161, 1990.
- [4] S.T. Jun and G.M. Choi, "CO Gas-Sensing Property of ZnO/CuO Contact Ceramics," Sensors and Actuators B, 17, pp. 175-78, 1994.
- [5] S.T. Jun and G.M. Choi, "CO Gas Sensing Property of ZnO/CuO Hetero-Contact Ceramics," J. Kor. Ceram. Soc., 29, pp. 565-571, 1992.
- [6] Y. Ushio, M. Miyayama and H. Yanagida, "Effects of Interface States on Gas-Sensing Properties of a CuO/ZnO Thin Film Hetero-Junction," Sensors and Actuators B, 17, pp. 221-26, 1994.