

나노가스센서의 성능에 미치는 가스감지 후막의 미세구조 영향  
 (Effect of Microstructure of Gas Detecting Layer on Performance of Nanophase Gas Sensor)

전자부품연구원 홍성제, 한정인, (주)센트로텍 김철수, 고려대학교 이주희, 허무영

1. 서 론

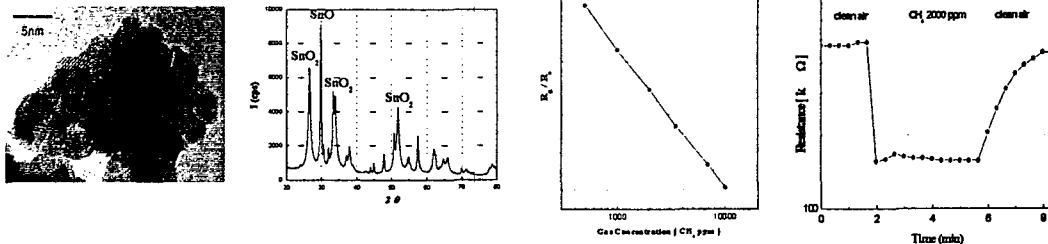
최근 나노 산화주석 분말을 이용한 반도체 가스센서의 제작이 많이 시도되고 있다. 이러한 방식의 가스센서는 모물질과 가스와의 반응에 의한 산화주석의 저항 변화의 원리를 응용한 것이다. 따라서 나노가스센서에 있어 입자 표면적, 결정상, 촉매 도핑 농도 등 감지막의 미세구조는 가스감지 특성을 좌우하는 중요한 요인이다. 본 연구에서는 최적화된 성능의 나노가스센서 제작을 위하여 가스감지 후막의 미세구조가 가스센서의 특성에 미치는 영향을 연구하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 불활성 기체 응축법을 이용하여 합성된 2가지 종류의 분말과 상용 나노 분말이 각각 이용되었다. 상용 분말은 촉매 도핑 농도 및 결정상에 따른 감지 특성을 비교 관찰하기 위해 사용되었다. 저온촉매도핑방법을 이용하여 상용 분말에 Pd를 0.5~10 Wt%의 다양한 농도로 도핑, 감지물질 및 감지후막을 제작하였다. 제작된 감지후막의 특성을 비교 평가하여 최적의 촉매 농도를 선택하였고, 각각의 원료 분말에 도핑하여 감지물질을 제조하였다. 나노 분말과 감지물질의 입도, 표면적 및 결정상 등은 각각 HRTEM, BET 및 XRD 방법으로 분석되었다. 그 후 감지물질을 이용하여 크기 2×2mm의 나노가스센서를 제작하였다. 제작된 감지 후막을 FESEM으로 관찰하였고, 500~10,000 ppm의 CH<sub>4</sub> 가스를 이용하여 각 센서의 가스감지 특성을 평가하였다. 감도는 3,500 ppm에서 측정된 저항값을 1,000 ppm에서 측정된 저항값으로 나눈 R<sub>3500</sub>/R<sub>1000</sub>으로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

분석 결과 합성된 2가지 분말은 입도, 표면적이 각각 5 nm 미만, 15 nm 및 75 m<sup>2</sup>/g, 45 m<sup>2</sup>/g 으로 둘 다 SnO<sub>2</sub>와 SnO가 혼재되어 있었고, 상용 분말은 입자 크기가 15 nm인 SnO<sub>2</sub> 상으로 이루어져 있었다. 감지물질의 분석 결과 Fig. 1과 같이 후막의 입도, 표면적 및 결정상이 원료 분말에 비해 거의 변하지 않음을 알 수 있었다. 촉매 도핑 농도에 따른 가스감지 후막을 관찰한 결과 3~5 Wt%의 농도에서 입도가 가장 미세하였다. 센서의 초기 저항은 3 Wt%에서 가장 높은 값을 보였으나 가스감지 특성은 2시간 동안 400℃로 가열 후 측정된 결과 5 Wt%에서 R<sub>3500</sub>/R<sub>1000</sub>이 0.66으로 가장 우수한 값을 나타내었다. 따라서 5 Wt% Pd를 각각의 나노 원료분말에 도핑하여 감지물질 및 센서를 제작하였고 특성을 비교하였다. 그 결과 입도가 5 nm인 감지 후막이 15 nm에 비해 보다 우수한 특성을 나타내었다. 즉 입도가 작은 경우가 센서의 초기 저항이 높았고, 가스감지 특성도 상대적으로 우수하였다. 또한 결정상의 경우 순 SnO<sub>2</sub> 상이 SnO<sub>2</sub>와 SnO가 혼재된 상에 비해 높은 초기저항과 우수한 가스감지 특성을 나타내었다. 이것으로부터 나노 입자 감지 후막의 미세구조에 따른 센서의 초기저항이 센서의 가스감지 특성을 좌우하는 중요한 요인임을 알 수 있었다. 또한 입자 크기 5 nm의 감지 물질을 이용하여 Fig. 2에서와 같이 가스감지 특성이 0.65±0.02, 감지동작 속도가 20초인 우수한 성능의 나노가스센서를 제작할 수 있었다.



(입도 : 5 nm 미만, 표면적 : 73.5 m<sup>2</sup>/g)  
 Fig. 1. 나노원료분말을 이용한 감지물질 Fig. 2. 나노가스센서의 가스감지 특성 및 동작 속도