

## In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(CaO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)반도체의 CO<sub>2</sub>수감선택성과 장기안정성

리춘국, 이정남

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학기술을 발전시키면 어떤 문제든지 다 해결할수 있습니다.》(《김일성전집》 제27권 270페이지)

선행연구[1-5]에서는 수감소자들에 대하여 많이 소개하였으나 그 구조가 복잡하고 초기저항이 크며 장기안정성이 보장되지 않아 실용회로에 리용하기 어려운 결함이 있다.

우리는 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>재료에 촉매산화물로 CaO를, 초기저항조절제로 Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>을 첨가하여 얻은 반도체재료를 류산처리하여 CO<sub>2</sub>기체에 대한 수감특성을 연구하였다.

먼저 InCl<sub>3</sub>·4H<sub>2</sub>O(99.95%)를 출발물질로 선택하여 졸을 제조하고 600°C의 온도에서 1h 동안 소성하였다. 이때 첨가제로는 BaO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>을 선택하였으며 졸-겔법으로 제조한 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 분말에 BaCl<sub>2</sub>(99.95%), SbCl<sub>3</sub>(99.95%)을 첨가하였다. 혼합한 분말과 분자량이 큰 계면활성제를 혼합하여 초음파로 균일하게 분산시켜 도포액을 만들었다. 다음 회전도포기에 도자기기판을 고정하고 감응막재료파스타용액을 10~30 μm의 두께로 균일하게 도포하였다. 막이 입혀진 기판을 대기중에서 서서히 건조시킨 후 100°C의 온도에서 1h동안 건조시키고 자연랭각시켰다. 그리고 온도를 10°C/min의 속도로 천천히 700°C까지 올린 다음 3h동안 유지하고 자연랭각시켰다. 이 시편을 0.01mol의 류산용액에 10~20s동안 잠그었다가 꺼내어 건조시킨 후 700°C의 온도에서 열처리하였다. 기판의 양쪽에 은파스타용액을 도포한 후 예비건조한 다음 100~200°C의 온도에서 1h정도 건조시켰다. 600°C에서 1h동안 소성하여 질 좋은 은전극막을 얻었다. 제작한 시편을 소자밀틀에 설치하고 가열전극과 측정전극을 소자밀틀에 있는 단자들에 땀하여 붙였다.

그림 1에 기체수감소자의 CO<sub>2</sub>기체농도에 따르는 감도특성을 보여주었다.

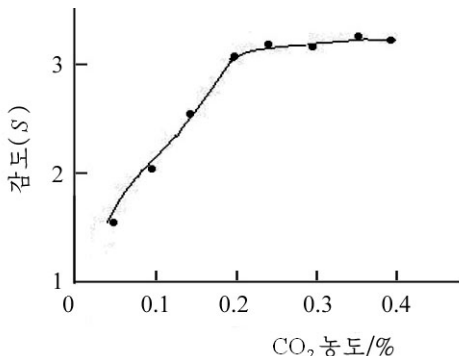


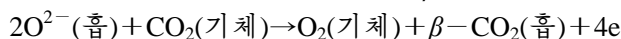
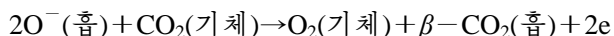
그림 1. 기체농도와 감도사이의 관계

기체에 대한 감도는 대기속에서의 저항  $R_{\text{공}}$  과 시험기체에서의 수감소자의 저항  $R_{\text{기}}$ 의 비로 정의하였다. ( $S = R_{\text{공}}/R_{\text{기}}$ )

그림 1에서 보는바와 같이 300°C의 온도에서 기체수감소자의 감도는 기체의 농도가 커짐에 따라 증가하다가 0.2%에서 최대가 되며 그 이상에서부터는 포화되기 시작한다. 이로부터 소자의 감도는 0.2%에서 3이다.

300°C 정도의 높은 온도에서 CO<sub>2</sub>기체를 쏘일 때 CaO-In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 저항이 감소하는것은 다음의 방

정식으로부터 설명할 수 있다.



즉  $\beta - CO_2$ 의 흡착은 산소의 탈착을 방해하며 전자를 내놓는다.

300°C의 온도에서 수감소자의 응답특성은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 300°C에서 0.2%의 CO<sub>2</sub>기체농도의 응답시간은 8min으로서 비교적 짧으며 탈착시간은 약 12min정도이다. 우리는 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(BaO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)계 기체수감소자의 선택성을 확정하기 위하여 CO<sub>2</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>에 대한 감도를 측정하였다.

300°C의 온도에서 수감소자의 선택성을 측정하면 그림 3과 같다.

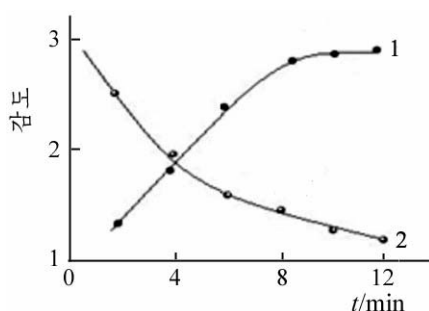


그림 2. CO<sub>2</sub>기체수감소자의  
응답특성곡선  
1-흡착, 2-탈착

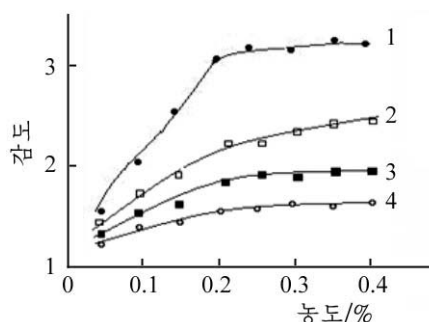


그림 3. CO<sub>2</sub>기체수감소자의 선택성  
1-4는 각각 CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, CO, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

그림 3에서 보는바와 같이 CO<sub>2</sub>기체수감소자는 CO<sub>2</sub>기체에 대하여 감도가 비교적 높으며 다른 기체들에 대한 감도보다 현저히 높다. 따라서 선택성도 일정하게 가지고 있다.

300°C에서 0.2%의 CO<sub>2</sub>기체농도에서 제작한 기체수감소자의 감도에 미치는 습도의 영향은 그림 4와 같다.

그림 5에 수감소자의 리용시간에 따르는 소자의 감도변화를 보여주었다.

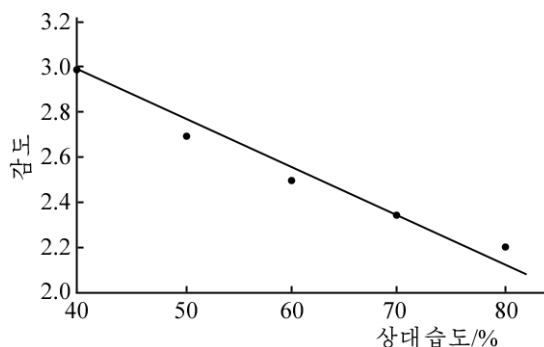


그림 4. 수감소자의 감도와 습도사이 관계

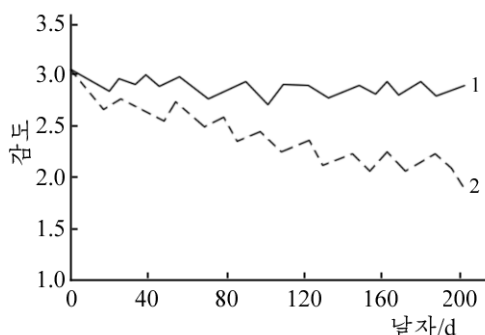


그림 5. 수감소자의 장기안정성  
1-처리한 소자, 2-처리안한 소자

류산으로 처리하지 않은 소자에서는 시간이 경과함에 따라 감도가 약 70% 정도로 감소하지만 류산으로 처리한 소자에서는 감도가 시간이 지남에 따라 거의 일정한 값을 가지고 있다.

## 맺는말

- 1) 300°C의 온도에서 0.2% CO<sub>2</sub>기체에 대한 감도는 3이다.
- 2) 300°C에서 0.2%의 CO<sub>2</sub>기체농도의 응답시간은 8min, 회복시간은 12min정도이다.
- 3) 류산으로 처리한 소자에서는 감도가 시간이 지남에 따라 거의 일정한 값을 가지었다.

## 참고문헌

- [1] A. Marsai et al.; Sensor and Actuator, B 95, 266, 2003.
- [2] S. H. Yi et al.; IEEE Sensor, 31, 22, 2006.
- [3] Z. Ling et al.; Journal of European Ceramic Society, 21, 1977, 2001.
- [4] A. K. Yewale et al.; IJEAT, 2, 4, 226, 2011.
- [5] R. U. Mene et al.; The Open Applied Physics Journal, 3, 10, 2010.

주체104(2015)년 6월 5일 원고접수

**The Selectivity and Long Stability about CO<sub>2</sub>  
in the In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(CaO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Semiconductor**

*Ri Chun Guk, Ri Jong Nam*

We studied sensing properties of CO<sub>2</sub> by treating semiconductor material obtained by adding CaO as catalytic oxide and Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as regulating material of resistance to In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with sulfuric acid. At 300°C, the sensitivity about CO<sub>2</sub> concentration of 0.2% is 3. At 300°C, for CO<sub>2</sub> concentration of 0.02%, respond time is 8min and recovery time is 12min. The sensitivity of device dealing with sulfuric acid has almost constant value with time.

Key words: In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(CaO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sensing property