

Pt-SiC 쇼트키 다이오드를 이용한 CO Gas 감지 특성에 대한 연구

노 일 호, 이 주 현, 양 성 준, 장 석 원, 김 창 교
 순천향대학교 정보기술공학부

A Study on Carbon monoxide Gas Sensing Characteristics of Pt-SiC Schottky Diode Schottky Diode

I. H. Nho, J. H. Lee, S. J. Yang, S. W. Jang, C. K. Kim
 Division of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University

Abstract - Carbon monoxide-sensing behavior of Pt-SiC Schottky diodes, fabricated on the same SiC substrate, have been systematically compared and analyzed as a function of carbon monoxide concentration and temperature by I-V and $\Delta I-t$ methods under steady-state and transient condition. Adsorption activation energies of Carbon monoxide on the surface of Pt-SiC Schottky diodes is investigated in a high temperature range (100 ~ 500 °C). The optimal temperature for behavior sensing is 300 °C and saturation concentration is 200 ppm

며, 자세한 제작 공정은 다음과 같다. 유기물을 제거하기 위하여 초음파 세척기를 이용하여 순차적으로 TCE(Trichloroethylene)에서 3분, acetone에서 3분, methyl alcohol에서 3분, DI water에서 3분 세척하였다. 최종 SiC 표면에 형성된 잔류막을

1. 서 론

가스센서의 감지대상이 되는 가스는 LNG, LPG, H₂, CH₄와 같은 폭발성 가스나 CO, NO_x, NH₃등과 같은 유독가스 외에 환경제어를 위한 습도(H₂O), 연기, 알코올 및 악취를 발생해서 불쾌감을 주는 가스, 또는 에너지 절약을 위한 엔진 등의 연소제어에 필요한 O₂ 등 다양하다. 가스 센서는 환경 센서로 이용되는 일이 많고 각종 성분을 함유하는 환경에 노출되어 사용하고 있다. 이와 같이 사용 환경 조건이 가혹할 때는 센서 자체의 재질이 변화하고 열화되어감과 동시에 각종 성분이 디바이스 재질과 화학 반응을 일으키거나 디바이스 표면에서 그 성능을 저하시키는 경우가 많다. 따라서 가스 센서는 내환경성이 강해야 하고, 센서와 근접되는 응용 기기의 기능에 적합해야 한다. 1975년 Lundstrom에 의해서 수소 가스를 감지 할 수 있는 Pd-SiC(Pd-gate metal-oxide-semiconductor) 다이오드가 처음 보고된 이래로 쇼트키 장벽 다이오드(Schottky barrier diode) MOS(metal-oxide-semiconductor) 캐패시터 및 MOSFET(metal-oxide-semiconductor field-effect-transistor)를 기본 구조로 하는 가스 센서에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 이러한 Pd-MOS 센서는 실리콘을 기판으로 이용 하므로서 안정적으로 동작하는 온도가 제한되어 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 wide band gap을 갖는 SiC를 이용하여 고온에서 동작하는 센서가 개발되었다. 본 논문에서는 결정 구조가 3C, 15R, 6H, 4H, 2H의 여러 형태를 가진 실리컨카바이드 중에서 4H-SiC를 선택하여 Pt 게이트를 갖는 쇼트키 장벽 다이오드를 이용하였다.

2. 본 론

2.1 센서의 제작

본 실험에서 사용된 시편은 비저항 0.007 Ω, 두께 398 μm 결정 방향 0° 12', 도핑농도 1.1×10¹⁹/cm³의 웨이퍼를 사용하여 제작하였다. 그림1은 공정 단면도가

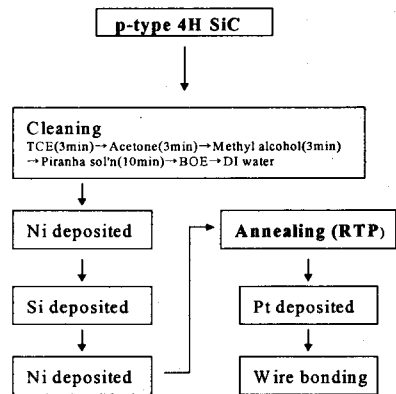


그림 1. 센서 제작 공정도

제거하기 위하여 Piranha sol'n cleaning (H₂SO₄+H₂O₂=4:1)에 10분 동안 세정하였다. DC/RF sputter를 이용하여 Ni(400Å), Si(200Å), Ni(400Å)를 back side에 증착 하여 ohmic contact을 형성 시켰다. 낮은 접촉저항을 갖기 위하여 RTP(rapid thermal process)를 사용하여 3.4×10⁻⁵Torr의 진공에서 950°C의 열처리 과정을 수행하였다. DC sputter를 이용하여 front side에 pt를 증착하여 감지부 및 전극을 형성시킨 후, pt wire와 pt paste를 이용하여 wire bonding을 하였다.

2.2 가스 감지 특성

CO 가스의 감지를 위하여 히터를 이용하여 온도를 상온에서부터 100°C 단위로 조절하고 가스의 농도를 변화시키며 센서의 가스 감지 특성을 살펴보았다. (1) 전압을 0V에서부터 변화시키며 저항을 측정한다. (2) 온도와 가스 농도를 변화시키며 저항을 측정한다. (3) 시간 응답 반응을 살펴본다. 가스 센서의 흡착에 따른 저항 값의 변화를 측정하기 위하여, 외부의 공기와 차단된 가스 반응기를 제작하였다. MFC를 사용하여 순도 99%의 공기와 1000 ppm의 CO 가스가 가스 반응기 안의

로 0~300 ppm의 CO 가스가 흐르도록 조절하여, 온도 변화 (100°C~300°C)와 가스 농도의 변화에 따른 저항의 변화량을 측정하였다. 최적의 온도와 가스 농도를 이용하여 센서의 시간 응답 반응을 측정하였다.

2.3 실험 및 결과

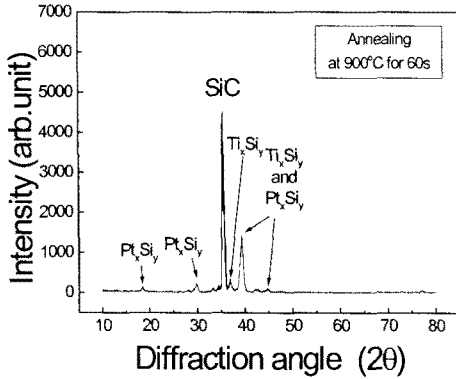


그림 2. Ni-Si-Ni 증착면의 XRD 분석

그림 2는 back side의 ohmic contact을 위한 Ni-Si-Ni 증착면의 XRD 분석을 보여주고 있다.

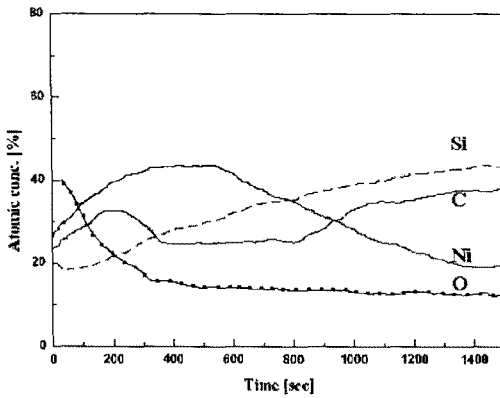


그림 3. Ni-Si-Ni 증착면의 AES 분석

그림 3은 AES의 분석을 통하여 Ni₂Si의 형성을 보여주고 있다.

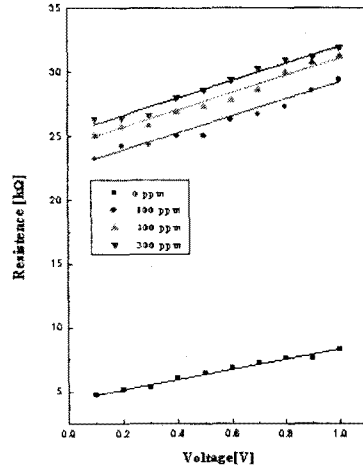


그림 4. 인가전압에 따른 동작 특성

그림 4는 인가 전압에 따른 동작 저항의 변화를 나타낸다. 또한 저항과 인가전압의 선형 관계를 나타내고 있다.

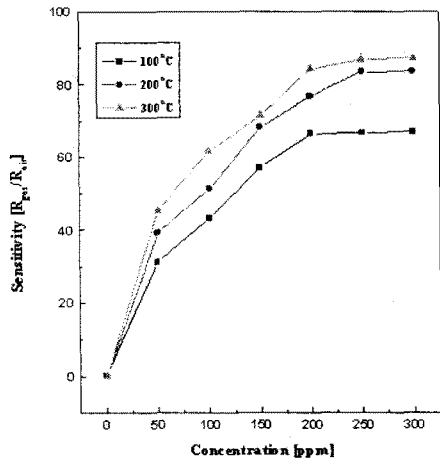


그림 5. CO 농도에 따른 가스 감응 특성

그림 5는 4~5V의 전압을 인가하고, 가스의 농도를 0~300 ppm까지 50 ppm씩 순차적으로 증가시켰을 때의 감도를 나타낸 것이다.

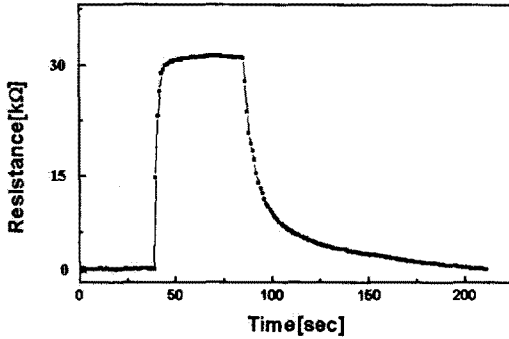


그림 6. CO 가스에 대한 시간 응답 특성

그림 6은 300°C의 온도에서 200 ppm의 CO 가스를 주입한 후의 시간 응답 반응을 나타낸 것이다. CO 가스에 대한 반응 시간은 가스 주입 후 즉시 반응 하였으나, 회복 시간은 1분 50초였다.

3. 결 론

센서의 back side에 Ni-Si-Ni을 증착하여 ohmic contact의 특성을 더욱 좋게 함으로서 센서의 가스 감지를 원활하게 만들어 주었다. 200°C의 동작 온도와 300°C의 동작 온도를 비교하여 보면 센서의 감도는 거의 차이가 없었지만, 가스의 농도가 증가함에 따라 150 ppm부터 300 ppm 사이에서 굉장히 빠른 반응을 보이는 것을 알 수 있었다. 약 200 ppm의 농도에서 전류가 포화상태가 되는 것을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] W.P. Kang, C.K. Kim, Performance of a new metal-insulator-semiconductor capacitor incorporated with Pt-SnO_x catalytic layers for the detection of O₂ and Co gases, American institute of physics, 4237, 1994
- [2] Dang Hyok Yoon, Ji Haeng Yu, Gyeong Man Choi, CO gas sensing properties of ZnO-CuO composite, Sensors and Actuators, 15-23, 1998
- [3] Miguel A. Martin, J.P. S무센, H. Vasquez, J.A. Aagapito, Study of the interferences of NO₂ and CO in solid state, Sensors and Actuators, 469-473, 1999