

다기능 센서 시스템의 제작 및 동작 특성

정재업, 이효웅, 이성필

경남대학교 전기전자공학부

Fabrication and Characteristics of Multi-functional Sensor System

Jae-Eop Jung, Hyo Ung-Lee, and Sung Pil Lee

Department of Electrical and Electronic Engineering, Kyungnam University

Abstract

The humidity sensors with a stable characteristics and gas sensors operating at room temperature have been fabricated, and a multi-functional sensor system which has gas sensor, humidity sensor, temperature sensor and control circuit has been applied to the microwave oven system. For a suitable cooking state, the humidity sensors was more applicable to heating and defrosting condition than gas sensors, however, the dynamic characteristics of gas sensors were obtained in the easy burning food such as pop corn.

Key Words : Gas sensor, Humidity sensor, Multi-functional sensor system.

1. 서 론

과학기술의 거듭되는 혁신으로 현대사회는 고도과학기술 없이는 지탱될 수 없는 지경에 이르고 있으며, 특히 고도의 컴퓨터 기술, 통신 기술, 제어 기술, 그리고 이들 기술이 조화롭게 집적된 고도의 시스템 기술을 요구하고 있다. 그런데 제어 기술은 컴퓨터 기술 및 통신 기술에 비하여 상대적으로 크게 낙후해 있는데, 최근에는 마이크로 컴퓨터를 사용해서 자동 제어하는 시스템이 보급되어, 센서와 신호 처리 회로를 동일 실리콘칩 상에 배치하거나, 하나의 센서로 두 종류 이상의 다른 물리량을 계측하는 센서의 집적화, 기능화가 대두되고 있다. 이렇게 센서의 소형화, 집적화에 의한 신뢰성의 향상과 시스템 전체의 소형화로 산업용, 공업용, 특히 민생기기용으로 많이 응용되고 있다[1]. 그 중에서도 온도, 습도, 가스를 이용한 센서는 우리의 주변환경에서 가장 일반적인 요소로서 이들의 제어는 보다 많은 영역에서 그 중요성이 인식되고 있다[2-5]

본 실험에서는 습도 감지소자 물질인 TiO_2 에

V_2O_5 , Cr_2O_3 를 각각 첨가하여 제작한 세라믹 습도 센서와, 가스감지 소자 물질인 SnO_2 에 Pt를 미량 첨가하여 세라믹형 가스감지소자를 제조하고, 상업용 온도센서를 사용하여 이들 3가지 센서를 단일 칩 상에 나타내어, 다기능 센서 제어 시스템을 제작하였다. 각 센서들의 특성을 알아보고, 전자레인지에 적용하여 조리되는 음식의 습도량, 가스량, 온도변화를 각각 시간대 별로 감지하여 최적의 조리상태를 알아보고, 그 동작특성을 관찰하였다[6-9].

2. 실험

2.1 실험 방법

본 실험에서는 습도센서 제작을 위한 재료로 TiO_2 에 V_2O_5 , Cr_2O_3 를 각각 첨가제로 사용하고, 가스센서 제작을 위한 재료로 SnO_2 에 염화백금산($H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$)을 첨가제로 그림 1과 같은 실험 순서를 거쳐, 각각 가로와 세로는 3mm로 고정하고, 두께를 2mm, 3mm, 4mm로 하여 샘플을 제작하였다 [10-11].

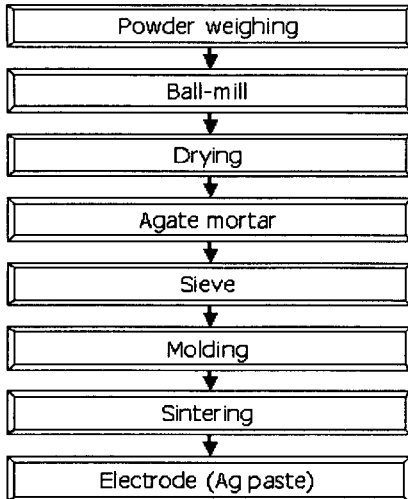


그림 1. 실험 순서도

열처리 과정에서 heating rate 및 cooling rate를 5°C/min으로 해서, 습도센서는 800°C, 900°C, 1000°C, 가스센서는 600°C, 700°C, 800°C에서 각각 1시간씩 소결 시켰다. 전극은 열처리된 샘플의 양면에 Ag paste를 사용하여 screen printing 한 후에 150°C에서 1시간 건조하였다

이렇게 제조된 센서를 가지고 제어시스템을 제작해서 음식물들의 데우기, 해동, 조리 등을 거쳐서 센서와 시스템의 동작특성을 알아보았다.

2.2 실험 장치

제조된 습도, 가스 센서와 상업용 온도센서를 조합하여 각 센서가 가진 단점을 상호 보완하고, 제어하기 위해 PICBASIC 2000을 사용였고, 온도센서부, 습도센서부 및 가스센서부를 나누어 회로를 구성하였다. 전원부는 +5V와 +15V로 구성하였고, 조리 시작 버튼과 조리 중지 버튼을 사용하여 수동으로 동작이 가능하도록 하였다. 1차적으로 전자 레인지 OFF 조건으로는 전자레인지 내의 가스를 감지하여 가스의 농도가 5,000PPM에서 10초를 유지하면 전원이 OFF되도록 하거나, 습도가 90%에서 10초 유지될 때 전원이 OFF되도록 하였다. 이들 상태는 프로그램에 의해 원하는 조건을 임의로 설정할 수 있는 다기능 센서 제어시스템을 아래 그림 2와 같이 제작하였다.

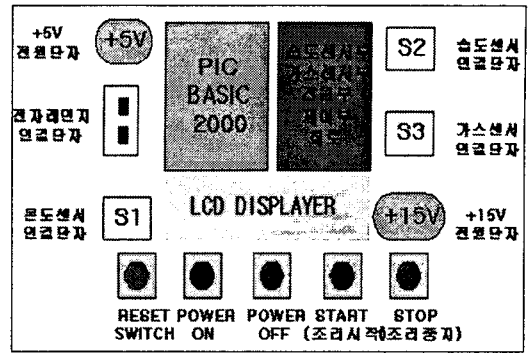


그림 2. 실험 장치도

3. 결과 및 고찰

3.1 센서 특성

그림 3은 TiO₂ 99wt%에 V₂O₅ 5wt%, Cr₂O₃ 5wt%를 첨가해서 제작한 시료의 열처리 온도에 따른 감습특성을 보여주고 있다. 열처리온도가 높을수록 감도가 감소하지만, 900°C일 때 가장 선형적이고 넓은 범위에서 감습특성이 있음을 알 수 있다. 그림 4는 그 중에서도 특성이 가장 우수한 900°C에서 1시간 열처리한 시료의 챔버 내 동작온도에 따른 특성을 나타내는데, 온도가 높아지면 저항이 떨어지는 특성을 보여주고 있으며, 이것은 온도가 높아질수록 수분의 흡착보다는 탈착이 빨리 일어나서 저항변화가 둔감해진 원인으로 해석되었다

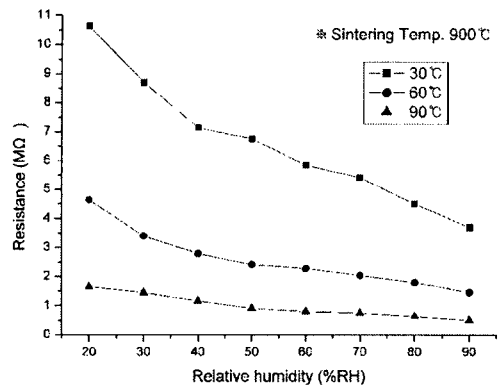


그림 3. 열처리 온도에 따른 감습 특성

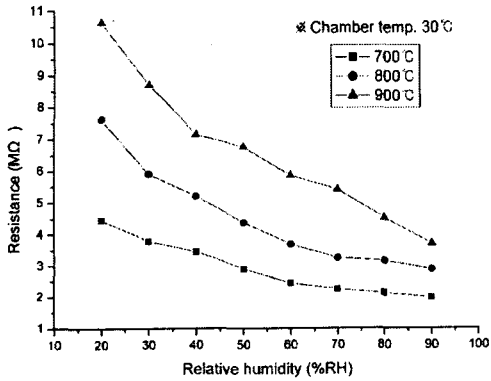


그림 4. 동작 온도에 따른 감습 특성

가스센서는 SnO₂, 99wt%에 SnO₂, 1wt%를 첨가해서 제작한 시료의 열처리온도에 따른 감도를 그림 5에서 나타내었는데, 700°C에서 열처리한 샘플이 가장 감도가 우수한 것을 알 수 있다. 여기서 감도는 가스주입 전의 저항(R₀)에 대한 가스주입 후의 저항 변화량(ΔR)의 비로 나타내었다.

그림 6에서는 동작온도에 따른 감도를 측정된 결과로서 모든 영역에서 우수한 감도를 보였다

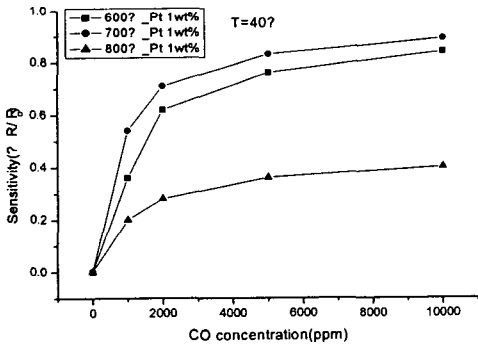


그림 5. 열처리 온도에 따른 감도

3.2 시스템 동작 특성

그림 2의 제어 시스템에 각 센서와 전자 레인지, 전원을 연결하고 미리 설정해 놓은 프로그램(습도: 90%, 10초, 가스농도: 5,000PPM, 10초를 유지하면 전원이 off)대로 표 1에서와 같이 여러 음식물에 대하여 조리를 시작했을 때, 음식물에서 나오는 습도량, 가스량이 조건에 부합될 경우 어느 센서로

인해 제어가 되는지를 나타내었고, 그때의 음식물 상태를 시간대별로 여러 번의 실험을 거쳐 나타낸 결과이다. 물은 습도센서의 동작에 주로 의존하고, 팝콘은 가스센서의 동작에 주로 의존하였다. 냉동만두는 습도센서와 가스센서에 공히 의존하였지만 가스센서로 제어한 경우 조리상태의 판단이 우수한 반면, 습도센서로 판단한 경우 다소 오차가 나타났다.

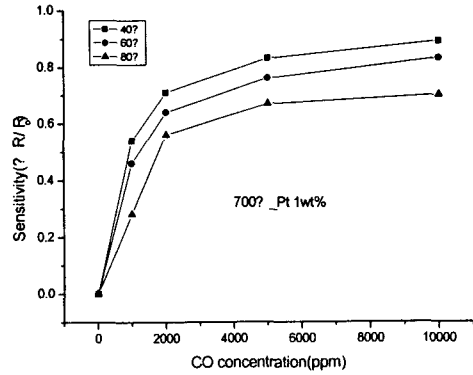


그림 6. 동작온도에 따른 감도

	습도 센서			가도 센서			상태	결과	
	T ₁	T ₂	T _t	T ₁	T ₂	T _t		전원	제어
물 300g	3'	1'	5'	3'	~	~	○	off	습도
팝콘 100g	3'	2'	5'	3'	1'	4'	○	off	가스
냉동만두 (습도 가스)	3'	2'	5'	3'	1'	4'	○	off	가스
냉동만두 (습도 센서)	3'	2'	5'	X			△	off	습도

표 1. 습도, 가스센서의 시간대별 조리결과

(단. 냉동만두 수량 (25개))

T₁: 물이 끓기 시작하는 시간

T₂: 습도: 90%, 가스: 5000PPM에서 10초유지

T_t: 음식물의 조리가 완료된 시간(전원 off)

4. 결 론

세라믹 습도센서와 가스센서는 자체 제조하고, 상용 온도센서를 사용한 다기능 센서시스템을 제작하고 전자레인지에 적용하여 그 특성을 조사하였다. 음식물 조리 실험결과 가스센서의 해당조리 특성이 습도센서에 비해 우수한 반면, 데우기 성능과 전반적인 조리성능은 습도센서가 약간 우수하거나 비슷한 것을 알 수 있었다.

현재는 습도형, 가스형 센서를 개별적으로 채용한 전자 레인지를 이용하고 있지만 앞으로는 시각, 미각, 촉각 등의 인간의 감각을 대신할 수 있는 각종 센서와, 조리제어 알고리즘을 적용하여 여러 센서를 복합화 하여 인공지능형 다중 멀티센서의 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] N. Yamazoe and Y. Shimizu, *Sensors and Actuators*, 10, pp. 379-398, 1986.
- [2] N. Yamazoe and Y. Shimizu, "Humidity sensors: Principles and Application", *Sensors and Actuators*, 10, pp. 379-398, 1986.
- [3] M. Hijikigawa, S. Miydshi, T. Sugihara and A. Jinda, *Sensors and Actuators*, 4, pp. 307-315, 1983.
- [4] K. Katayama, K. Hasegawa, Y. Takahashi and T. Akiba, *Sensors and Actuators A*, 24, pp. 55-60, 1990.
- [5] N. Yamazoe, Y. Kurokawa and T. Seiyama, Effects of Additives on Semiconductor Gas Sensors, *Sensors and Actuators*, 4: 283-289 1983.
- [6] J. Oscik, "Adsorption", John Wiley and Sons, New York, pp. 26-63, 1982.
- [7] T. Y. Kim, D. H. Lee, Y. C. Shim, J. U. Bu, S. T. Kim, "Effects of alkaline oxide additive on the microstructure and humidity sensitivity of $MgCr_2O_4-TiO_2$ ", *Sensors and Actuators*, 9, pp. 221-225, 1992.
- [8] R. Cooper, G. Advani, "Gas Mechanisms in SnO_2 Thin Film", *J. of Elect. Materials*, Vol.10, No. 3:455-472, 1981.

- [9] J. Watson, "The Tin Oxide Gas Sensor and Its Applications", *Sensors and Actuators*, 5: 29-42, 1984.
- [10] S. Morrison, "Semiconductor Gas Sensors", *Sensors and Actuators*, 2: 329-341, 1982.
- [11] M. Fleischer, B. Ostrick, R. Pohle, E. Simon, H. Meixner, C. Bilger and F. Daeche, "Low-power gas sensors based on work-function measurement in low-cost hybrid flip-chip technology", *Sensors and Actuators B: Chemical*, Volume 80, Issue 3, 1 December, 2001.