

**Ni-Mn-Zr 산화물계 NTC 서미스터의 미세구조와 전기적 특성**  
**( Microstructure and Electrical Properties of Ni-Mn-Zr Oxide NTC Thermistors )**

윤성진, 김좌연\*, 임실목\*\*, 박경순  
 세종대학교 신소재공학과  
 \*호서대학교 신소재공학과  
 \*\*한국산업기술대학교 신소재공학과

본 연구에서는 Mn-Ni 산화물계 NTC 서미스터의 응용온도 범위를 확대하기 위하여 Mn-Ni-Zr 산화물계 NTC 서미스터를 제조하였고, 전기적 특성을 연구하였다. 준비된 혼합분말을 냉간가압성형하여 직경 5mm, 두께 1.5mm의 디스크형 성형체를 제조하였다. 1200, 1250 및 1300°C의 온도에서 각각 4시간 동안 가열한 후 로냉하여 소성체를 제조하였다. 소결체의 상하 두 면에 ~10 $\mu$ m 두께의 백금 전극을 입히고 800°C에서 10분 동안 열처리하여 전극을 부착하였다.

제조한 NTC 서미스터의 결정구조는 XRD를 이용하여 분석하였고, 미세구조와 원소분포는 EDS가 부착된 SEM으로 분석하였다. 소성체의 평균 입자크기는 line intersecting 방법으로 평가하였다. 80~400°C까지 10°C의 간격으로 석영 튜브로에 있는 시편의 전기저항을 디지털 멀티미터로 측정된 후, 전기적 특성을 분석하였다.

소성체의 중요한 상은 입방정 스피넬 구조를 가지는 NiO-Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub>의 고용체이고, 정방정 결정구조를 가지는 소량의 ZrO<sub>2</sub> 상이 존재하였다. NiO-Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>에 ZrO<sub>2</sub>의 첨가에 의하여 소결성이 저하되었고, 소성체의 입자는 1.5~3.0 $\mu$ m의 크기를 가지는 여러 작은 입자로 구성되어 있다. 소성체에 Mn과 Ni 원소는 균일하게 분포되어 있으나, Zr 원소는 입자 내에 불균일하게 분포되어 있었다. NiO-Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-ZrO<sub>2</sub> NTC 서미스터에 있어서 로그 비저항(log  $\rho$ )과 절대온도 역수(1/T) 사이에 직선적인 관계가 있었고, 비저항, B<sub>140/320</sub> 정수, 및 활성화 에너지는 ZrO<sub>2</sub> 함량이 증가함에 따라 크게 증가하였다.

참고문헌

- [1] D. C. Carter and T. O. Mason, "Electrical Properties and Site Distribution of Cation in (Mn<sub>y</sub>Co<sub>1-y</sub>)<sub>0.4</sub>Fe<sub>2.6</sub>O<sub>4</sub>," *J. Am. Ceram. Soc.*, 71(4) 213-218 (1988).
- [2] R. Metz, J. P. Caffin, R. Legros, and A. Rousset, "The Preparation, Characterization and Electrical Properties of Copper Manganite Spinels, Cu<sub>x</sub>Mn<sub>3-x</sub>O<sub>4</sub>, 0 ≤ x ≤ 1" *J. Mater. Sci.*, 24 83-87 (1989).
- [3] F. Golestani-Fard, S. Azimi, and K. J. D. Mackenzie, "Oxygen Evolution during the Formation and Sintering of Nickel-Manganese Oxide Spinel for Thermistor Applications," *J. Mater. Sci.*, 22 2847-2851 (1987).