

마이크로파 하이브리드 소결법에 의한 NTC 서미스터의 제조

안 진용, 최 영락, 백 동규, 최 승철
아주대학교 재료공학과

1. 서 론

천이금속산화물을 이용한 NTC(Negative Temperature Coefficient)서미스터는 임의 온도를 경계로 온도 상승에 따라 전기저항이 급격히 감소하는 물질로, 저항 변화가 크고 저항 제어가 용이한 특성으로 인하여 가전, 통신, OA 분야 등에서 수요가 급증하고 있다¹⁾. 본 연구에서는 NTC 서미스터(Mn-Co-Ni 계)에 마이크로파 (2.45 GHz) 에너지를 이용하여 급속 가열을 함으로서, 소결공정시간을 단축시키는 새로운 소결공정에 관한 연구를 행하였다. 본 연구에서는 마이크로파 소결의 장점인 초급속가열(200°C/min)로 인한 공정시간의 단축과, 낮은 활성화 에너지로 치밀화가 빠르게 진행되는 점, 균일한 미세구조를 통한 물성증진을 기대하였으며^{2,3)}, 마이크로파 에너지를 이용한 소결과 전기로에 NTC 서미스터의 소결을 행한 후, 전기적특성과 미세구조 등을 비교 검토함으로써 마이크로파 하이브리드 소결법을 NTC 서미스터의 제조에 적용하는 연구를 행하였다.

2. 실험 방법

연구에서 사용한 NTC 서미스터의 원료 분말 Mn_3O_4 , Co_3O_4 , NiO 를 mol비로 1:1:3 이 되도록 혼합하여, 10% PVA를 결합제로 사용하였다. 그리고 24시간 습식 불밀링 하고, 건조는 100°C의 건조 oven에서 행하였다. 이렇게 준비된 분말을 1.5ton/cm²의 압력으로 직경 12mm의 금형에 넣어 성형체를 제작하였으며 소결은 전기로와 마이크로웨이브 오븐(MR-400M, Goldstar)을 사용하여 행하였다. 마이크로웨이브 오븐의 용량은 1kw로 2.45GHz의 마이크로파가 발생된다. 시편은 cavity중앙에 위치시켰다. 그리고 예열용의 ZrO_2 재료(ZYZ-3, Zircar Product Inc.)로 반응실을 만들고, 이 ZrO_2 와 SiC기판을 고온 단열재로 사용하여 다시 외부와 단열 시켰다. 시편의 온도 측정은 마이크로웨이브 오븐 내의 정면에 위치한 내화물에 가공한 조그만 구멍을 통하여 광학온도측정계(IR-630A, Minolta Camera, Ltd.)로 행하였다. 소결체의 밀도는 아르키메데스법에 의하여 측정하였다. 결정상 분석을 위하여 X-선 회절분석을 행하였으며, 미세구조의 분석은 주사 전자현미경을 이용하여 관찰하였다. 또한 상이한 미세구조의 성분을 알아보기 위하여 EDS 분석을 행하였다. 전기적 특성을 측정하기 위하여 소결체의 양면에 스크린인쇄법으로 Ag paste를 바른 후, 800°C에서 10분간 소결하여 전극을 제작하였다. 저항-온도 측정은 25°C ~ 85°C의 범위를 측정하여 온도에 따른 비저항값과 B정수를 얻을 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

본 연구결과 마이크로파 소결온도가 1100℃, 1200℃, 1300℃로 증가할수록 소결밀도는 4.53, 4.70, 4.80 g/cm³ 로 높아지고 있다.(Table. 1). 또한, 1100℃에서 0분, 5분, 10분 유지하여 소결한 결과 소결밀도는 4.53, 4.72, 4.79 g/cm³ 로 시간에 따라 소결밀도가 증가되었으며, 5분, 10분 유지한 소결밀도는 1200, 1300℃ 에서 소결한 소결밀도에 가깝게 근접함을 보이고 있다. 저항-온도 특성을 통하여 구한 B정수값은, 소결온도가 1100℃, 1200℃, 1300℃ 에서 3100, 3124, 3123K 의 B정수값을 나타내었다.(Fig. 1) 1100℃에서 0분, 5분, 10분 유지했을때 B정수값은 3100, 3008, 3256K 의 값으로 구해졌다. 일반료를 사용하여 1100℃ ~ 1300℃ 에서 소결하였을 때의 B정수값은 최고 3274K 로 구해졌으며, 마이크로파 소결의 B정수값과 거의 유사한 3000대의 값을 나타내었다. 마이크로파 하이브리드 소결법은 NTC 서미스터의 제조에 적용하였을 경우, 짧은 소결공정시간으로 제조 cost를 크게 절감할 수 있다.

Table. 1. 마이크로소결과 일반료의 B정수 비교표

Sample	Resistivity(25℃)	B Constant	Density
C-1150℃	15.2	3184	4.82
C-1250℃	5.8	3096	4.88
M-1100℃	9.4	3100	4.53
M-1200℃	5.4	3124	4.70

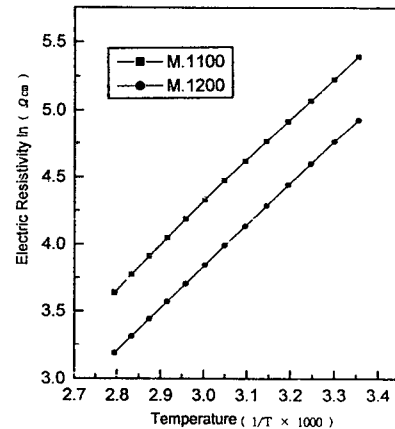


Fig. 1. 마이크로 소결된 NTC의 온도-저항 곡선

4. 참고문헌

- 1) D. Hill and H. Tuller, Ceramic Materials for Electronics, Marcel Dekker Inc., NewYork (1991)
- 2) W. H. Sutton, Am. Ceram. Soc. Bull., Vol.68, p.376 (1989)
- 3) 홍성원, 채병준, 홍정석, 안주삼, 최승철, 한국결정성장학회지, Vol.5(2), P.135 (1995)