

ZnO-Bi₂O₃-CoO 의 소결온도에 따른 전기적 특성변화 연구

Sintering temperature dependence of electrical properties on the ZnO-Bi₂O₃-CoO system

정 인 재*
김 은 동
오 명 환

한국 과학기술원
"
"

1. 서 론

ZnO 바리스터(varistor)는 ZnO 와 소량의 산화물첨가제들로 이루어진 고온소결체로써 back-to-back Zener diode 와 유사한 전압-전류 특성($I \propto V^\alpha$)과 우수한 써어지(surge) 흡수 능력을 가지므로 (1) 각종 전기. 전자기기의 회로보호소자 및 피뢰기소자로 사용되고 있다.

ZnO 바리스터의 비오姆성(non-ohmic) 전압-전류 특성은 n 형 반도체를 갖는 ZnO 입자(grain)들과 이 입자들을 둘러싸고 있는 고저항층(insulating layer)으로 구성된 미세구조(micro-structure)에 기인된다고 보고되어져 있다.(2) 즉, n 형 반도체-절연층-n 형 반도체(SIS) 정합(junction)에 기인한 대칭적 비오姆성 전압-전류 특성을 나타낸다.

한편 이러한 전기적 특성은 첨가제의 종류와 조성비 및 제조조건에 의해 크게 변화되어 지는데 제조조건 중 소결과정이 가장 중요한 요인이다.(3) 따라서 본 연구에서는 ZnO-Bi₂O₃-CoO 의 3성분 계로 구성된 시편의 소결온도에 따른 전기적특성변화와 미세구조의 변화를 관찰하고 이를 J.Wong (4) 의 실험결과와 비교 검토하였다.

2. 실험

시편제조는 일반적인 세라믹 제조공정과

거의 동일한 방법으로 하였다. 먼저 99.9% 이상의 고순도 ZnO, Bi₂O₃ 및 CoO 분말을 (98.5) ZnO + (1.0)Bi₂O₃ + (0.5)CoO, (mol%) 의 조성비로 평량한 후 700°C 에서 약 1시간 정도 반소(calcination)하였다. 반소된 원료에 바인더(binder)를 적당량 첨가하여 재분쇄한 다음 직경이 10mm 두께가 약 2mm 정도가 되도록 약 400Kg/cm² 의 압력을 가하여 성형하였다. 성형된 시편은 대기중에서 1100°C, 1170°C, 1200°C, 1250°C 및 1300°C 에서 각각 1시간씩 소결하였으며 전극으로는 은페이스트를 사용하였다.

그림 1.과 표 1.은 전압-전류 특성 측정과 주사 전자현미경을 이용한 미세구조 측정으로 부러 구한 $V_{1mA./mm}$, $10^{-3}-10^1 A$ 구간에서의 비오姆성지수(α) 및 평균입경의 크기를 나타내었다.

표 1. 소결온도와 $V_{1mA./mm}$, α 및 평균입경

Temp.	$V_{1mA./mm}$	$10^{-3}-10^1 A$	ave. grain size (μm)
1100	70.2	6.5	11
1170	62.7	7.5	17
1200	58.9	6.3	23
1260	11.4	2.1	32
1300	4.5	1.4	38

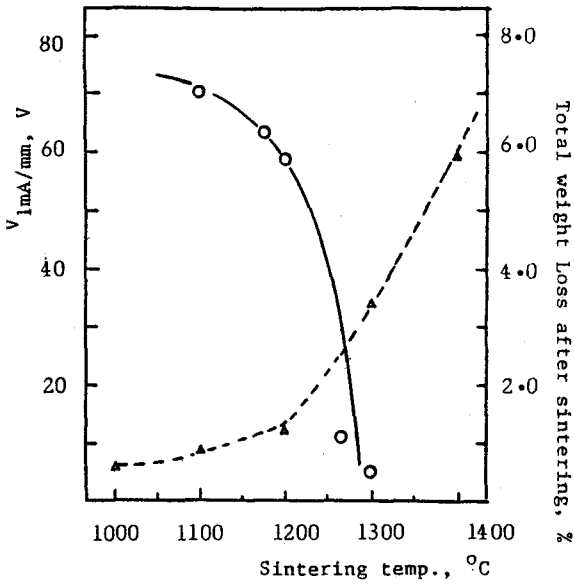


그림 1. $V_{1mA/mm}$ 와 소결온도(실선) 및 ZnO-Bi₂O₃ 계의 소결온도에 따른 무게변화⁽⁴⁾ (점선)

3. 결 론

그림 1 과 표 1 에 나타난 바와 같이 $V_{1mA/mm}$ 나 α 값은 1200°C 이후에는 급격한 감소를 보여 거의 비오염성 전압-전류 특성을 잃는다. 이것은 그림 1 에 점선으로 표시된 Wong 의 실험 결과에서 그 원인을 찾아 볼 수 있다. 즉, 소결온도가 높아질수록 ZnO

입자의 크기는 점점 증가하나 입계층 형성물질인 Bi₂O₃ 가 1200°C 이상에서 급격히 증발함으로 인해서 ZnO 입계사이에 전기적 장벽이 거의 존재하지 않기 때문이라고 생각된다.

이러한 결과에서 ZnO 바리스터의 비오염성의 해석은 입계층의 영향을 무시한 Mahan⁽⁵⁾, Vanadamme⁽⁶⁾ 등이 제안한 homojunction 이론 보다는 Lou⁽⁷⁾ 등이 제안한 n 형 ZnO 입자와 Bi₂O₃ 입계층에서 발생하는 heterojunction의 이론으로 설명이 가능하다.

4. 참고문헌

1. M.Matsuoka, Jpn. J. Appl. Phys., 51(8), 734-746 (1971)
2. L.M.Levinson, J. Appl. Phys., 46(3), 1332-1341 (1975)
3. EPRI. Final Report EL-1647 (1980)
4. J.Wong, J. Appl. Phys., 51(8), 4453-4459 (1980)
5. G.D.Mahan, J. Appl. Phys., 50(4), 2799-2812 (1979)
6. L.K.J.Vanadamme, J. Appl. Phys., 51(8), 4240-4244 (1980)
7. L.F.Lou, J. Appl. Phys., 50(1), 555-558 (1979)