

ZnO비선형저항의 소결특성에 미치는 결합제의 영향

김충렬, 리종화

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학기술부문에서 첨단돌파전을 힘있게 벌려야 하겠습니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 39페이지)

ZnO비선형저항은 수V~수십kV, 수 μ A~수kA의 직류 및 교류에서 동작할수 있고 수kJ의 매우 큰 에너지를 흡수능력을 가지는것과 같은 비선형특성이 아주 우수한것으로 하여 충격과전압을 보호하기 위한 전기, 전자공업에 널리 리용[1-3]되고있다.

우리는 ZnO비선형저항을 비롯한 전자사기재료의 소결특성에 미치는 결합제의 영향을 고찰하였다.

실험 방법

ZnO비선형저항시편들은 일반사기제조법으로 제조하였으며 리용된 분말들은 모두 분석순이다.

ZnO분말에 Bi_2O_3 , Sb_2O_3 , NiO, Cr_2O_3 , MnO, CoO, B_2O_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 를 각각 1, 1, 0.5, 0.1, 0.5, 0.4, 0.1, 0.004mol% 혼합하여 4h동안 탈이온수와 함께 불분쇄하였다.

건조시킨 분말을 폴리비닐알콜결합제를 리용하여 200 μm 크기의 알로 성형한 다음 성형밀도가 2.8g/cm³ 되게 봉형시편으로 성형하였다.

시편을 작열로에 넣어 온도에 따르는 질량감소율을 측정하였다.

실험결과 및 해석

각이한 량의 결합제를 리용할 때 온도에 따르는 시편의 질량변화율은 그림 1과 같다.

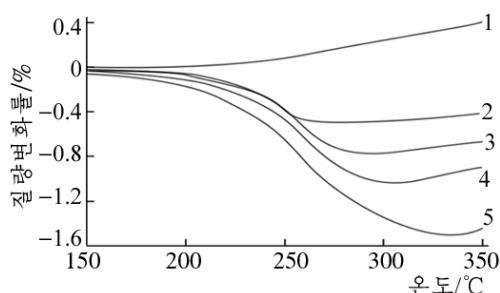


그림 1. 온도에 따르는 시편의 질량변화율
1-5는 결합제량이 각각 0, 0.50, 0.75, 1.00, 1.50%인 경우

그림 1에서 보는바와 같이 결합제를 리용하지 않으면 시편의 산화과정만 일어난다. 그러나 결합제를 리용하면 결합제가 먼저 연소된 다음 시편의 산화가 진행된다. 즉 결합제에 의하여 사기의 산화는 억제되며 결합제의 연소반응이 끝나는 동시에 산화가 시작된다.

결합제의 연소반응이 완료되는 온도는 결합제 종류와 함량, 가열속도와 성형밀도 등에 의존한다.[2] 결합제함량이 높아짐에 따라 결합제의 연소가

완료되는 온도는 높아지는데 결합제량이 0.5%일 때 1.5%인 경우보다 70℃정도 더 높아진다.

시편의 산화속도는 그 질량이 최소로 된 다음 질량증가곡선의 경사도에 의하여 평가할 수 있다. 시편의 산화속도가 빠를수록 경사도는 더 커진다.

사기의 산화는 수축과 연관되어있으며 산화속도가 보다 빠를수록 사기의 특성은 더 나빠지며 결합형성과 균열발생가능성도 커지게 된다.

온도에 따르는 시편의 길이변화율은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 결합제량이 1.5%일 때 시편에서 급격한 수축현상이 나타나며 수축정도는 결합제량에 따라 달라진다.

일반적으로 사기재료에서 급격한 수축 및 팽창이 일어나면 균열발생가능성이 커지게 된다. 따라서 결합제의 함량과 가열속도 등을 적당히 조절하여 수축 및 팽창속도를 조종할 수 있다.

결합제의 연소반응은 사기의 외부에서 시작하여 내부로 가면서 점차적으로 진행시켜야 한다. 그것은 표면(결합제가 없다고 볼 수 있다.)에서는 사기재료가 산화되기 시작하여 사기의 내부에서 결합제의 연소가 진행되고 사기가 팽창될 동안 수축될 수 있기 때문이다. 즉 팽창과 수축 과정을 동시에 발생시켜 사기의 급격한 수축 및 팽창을 막을 수 있다.

결합제의 연소가 완료된 직후 시편을 냉각시켰을 때 시편에서는 MeO/스피넬비의 구배가 나타났다. 이것은 결합제의 연소반응이 시편의 외부로부터 내부로 점차적으로 진행되며 동시에 사기재료의 산화반응도 같이 진행된다는 것을 보여준다.

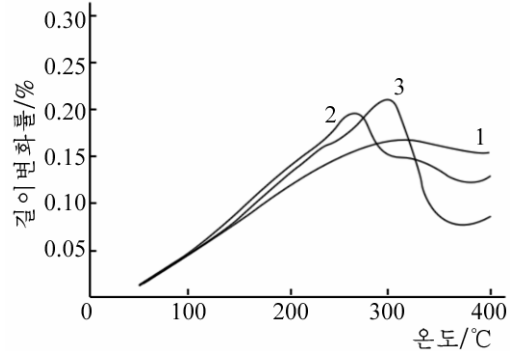


그림 2. 온도에 따르는 시편의 길이변화율
1-3은 결합제량이 각각 0, 0.75, 1.50%인 경우

맺는 말

논문에서는 사기재료의 소결과정에 발생하는 결합제의 연소과정과 재료의 산화과정을 해명하였다.

사기재료의 산화과정은 결합제의 연소에 의하여 억제되며 산화속도를 결합제종류와 함량, 성형밀도, 가열속도 등에 의하여 조절하여 재료의 소결특성을 높일 수 있다.

참고 문헌

- [1] S. Krupicka et al.; Oxide Spinels 3, Elsevier Science Publishers, 189~304, 2016.
- [2] C. Heck; Magnetic Materials and Their Applications, Butter-Worth 10~15, 2004.
- [3] A. Goldman; Modern Ferrite Technology, Van Nostrand Rein-Hold, 134~154, 2000.

Influence of Binder on the Sintering Characteristics of ZnO Varistor

Kim Chung Ryol, Ri Jong Hwa

The hypothesis that combustion reaction of organic binder and oxidation reaction of ceramics occur simultaneously explains the relation between binder combustion and crack.

The combustion of binder limits the oxidation of ceramics and the process of oxidation depends on all factors affecting on the binder combustion reaction rate.

Key words: ZnO, varistor, binder combustion