

산화물 첨가에 의한 Ag-SnO₂ 소결접점의 특성 변화

Property changes of Sintered Ag-SnO₂ contact by Oxide addition

한세원, 이동운, 조해룡, 이희웅*
한국전기 연구소 전기재료 연구부

S.W.Han, D.W.Lee, H.Y.Cho, H.W.Lee
Div. of Electrical Materials, KERI

abstract

The properties of sintered Ag-SnO₂ contacts which contain the second oxide were investigated with hardness, workability, electrical conductivity and arc erosion.

Ag-SnO₂ contacts containing ZnO or Bi₂O₃ have most excellent workability and arc erosion endurance.

1. 서론

Ag-CdO계 전기접점은 접점으로서의 요구특성인 높은 전기전도도, 안정된 접촉저항, 마멸에 대한 저항성 등을 보유하고 있어 소형 개폐기류에 널리 사용하고 있으며 사용영역도 수~수백 A 범위로 넓다.

그러나 Ag-CdO계 접점은 중금속인 Cd를 함유하여 제조하기 때문에 제조중의 증발이나, 사용중의 아크열에 의한 분해 등으로 인한 환경오염과 CdO의 비산농도가 낮기 때문에 일어나는 내용착상의 저하 등의 문제점을

지니고 있으므로 최근 새로운 접점의 연구가 활발하게 이루어지고 있다.^{1),2)}

본 연구에서는 Ag-CdO계의 대체접점으로 연구하고 있는 Ag-SnO₂계 접점에 여러종류의 산화물을 첨가하여 변화하는 제특성을 비교 검토하였다.

2. 실험방법

Ag-산화물계의 접점을 제조하는 방법은 i)후산화법, ii)전산화법, iii)분말아금법이 있으며³⁾ CdO계의 경우 용해하여 합금을 제조한 후 내부산화시키는 후산화법을 주로 이용한다.

그러나 이 경우 산화도의 차이로 인하여 표면부의 경도가 중심부 보다 높게되며 중심부에 산화물 희박층이 형성된다.

이에 비하여 분말아금법은 금속분말을 주어진 형상의 금형 안에서 직접 압축성형, 소결하기때문에 산화물의 균일한분포를 얻을 수 있으며 제조공정을 간편하게 만들 수 있어 경제적이다.⁴⁾

따라서 본 실험에서는 분말야금법을 이용하여 재료를 제조하였다.

Ag-SnO₂계 점점에 첨가한 산화물은 Bi₂O₃, ZnO, Fe₂O₃, TiO₂, NiO, PbO, MnO, Cr₂O₃의 9종으로 ball mill을 이용하여 5시간 혼합시킨 후 440 Mpa의 압력으로 성형하여 공기분위기 중에서 소결하였다.

DC arc에 의한 마멸시험은 본 연구실에서 제작한 시험장치를 사용하여 DC 20V, 8A로 1 회/초를 기준으로 10,000 회 접촉시킨 후 무게 감량을 비교하였다.

전기전도도는 %IACS로 측정하였으며 경도는 Rockwell 15-T로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig.1은 SnO₂ 조성을 7.5wt%로 고정하고 각종 산화물을 2.5wt% 첨가하였을 때의 경도 및 전기전도도를 상호 비교한 것이다.

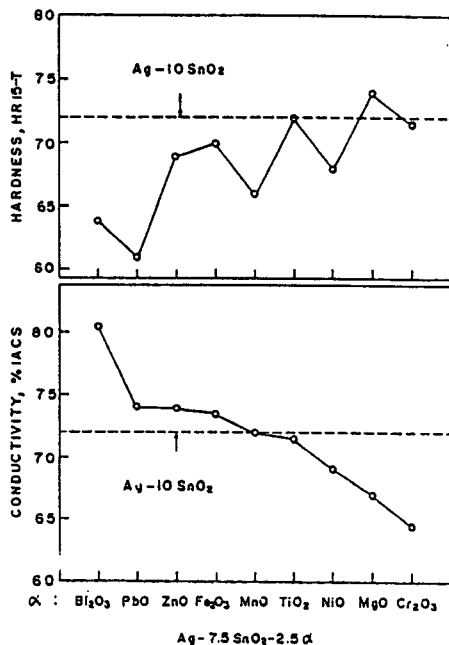


Fig.1 Hardness and Electrical conductivity of Ag-SnO₂-α alloy

Ag-10wt%SnO₂를 기준으로 하면 경도는 전반적으로 감소하고 있으나 내화도가 높은 TiO₂, Cr₂O₃는 거의 변화가 없으며 MgO는 오히려 경도를 높이고 있다.

전기전도도는 대체적으로 경도와 역현상을 보이고 있지만 PbO, MnO, NiO 등은 경도는 낮으나 전기전도도는 높지 않다.

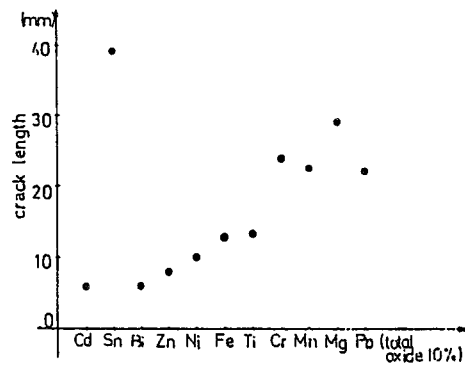


Fig.2 Comparison of crack length created after 70% rolling

전기접점으로서 사용하기 위해서는 경도나 전기전도도 뿐만 아니라 적당한 가공성도 필요하다.

Fig.2는 첨가산화물의 양을 2.5wt% 하였을 경우의 압연후 생긴 측면 균열의 길이를 측정한 결과이다.

Bi₂O₃, ZnO, NiO, Fe₂O₃ 및 TiO₂를 첨가한 경우는 SnO₂만으로 제조된 점점보다 월등히 가공성이 향상되었다.

Fig.3은 SnO₂ 조성에 따른 첨가산화물(α)의 효과를 조사하기 위하여 α를 2.5wt%로 고정하고 SnO₂의 양을 2.5~10.5% 사이에서 변화시킨 경우의 경도 및 전기전도도의 변화를 보여준다.

전반적으로 α를 첨가하면 경도가 저하하고 전기전도도는 증가하고 있으며 변화폭은 첨가산화물 양에 관계 없이 α의 종류에 따라 결정되며 Bi₂O₃가 가장 큰 차이를 보이고 ZnO, Fe₂O₃, TiO₂의 순으로 변화를 나타낸다.

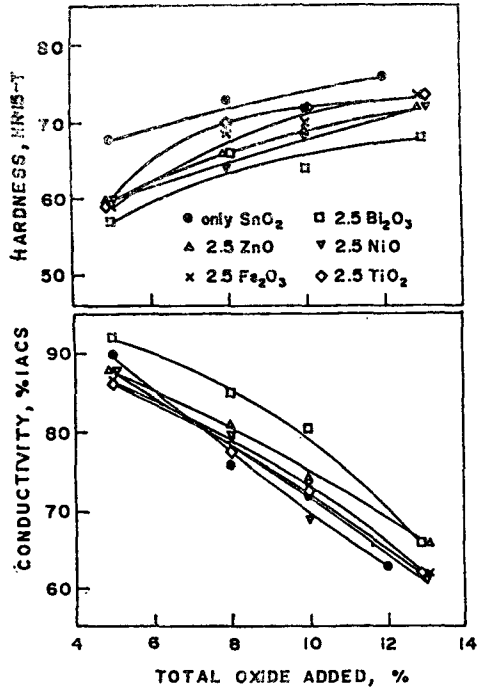


Fig. 3 Change of hardness and electrical conductivity related to variation of total oxide amount

Fig. 4는 Ag-SnO₂-α계에서 첨가산화물(α)의 적정 조성을 조사하기 위하여 가공성이 양호한 증산화물 8% 조성에서 α의 양을 0~5% 범위에서 변화시켰을 때의 경도와 전기전도도의 변화를 나타낸 것이다.

Bi₂O₃는 첨가량이 증가하면서 계속적으로 영향을 증가 시켜가지만 ZnO, Fe₂O₃, NiO는 대략 2.5%, TiO₂는 1%에서 최적치를 보이고 있다.

Fig. 5는 α의 양을 2.5%로 고정하고 증산화물의 양을 8%, 10%, 13%로 변화시켜 재료를 제조하여 10,000회 arc 시험 한 결과이다.

SnO₂+α의 양이 8%일 경우 ZnO, Bi₂O₃, TiO₂가 모두 낮은값을 나타내고 있으나 10%와 13%에서는 ZnO와 Bi₂O₃가 다른 산화를 보다 낮은 마멸량을 나타낸다.

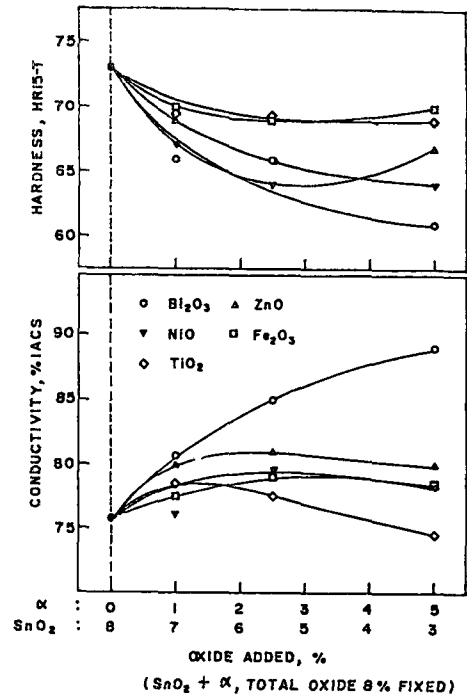


Fig. 4 Change of hardness and electrical conductivity related to variation of additive oxide amount

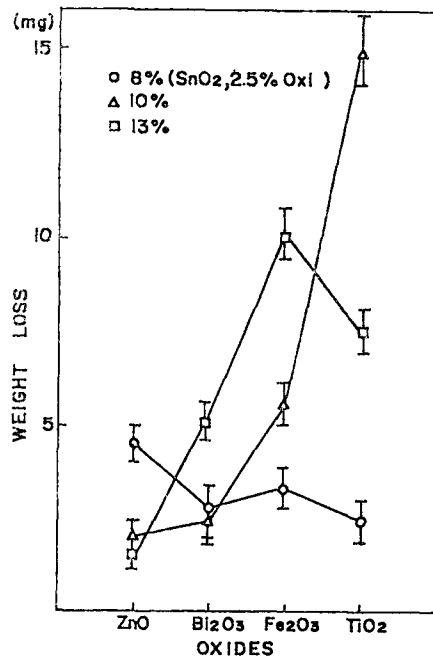


Fig. 5 Arc erosion of Ag-SnO₂-2.5wt%α contacts

4. 결 론

- 1) Bi_2O_3 는 경도와 전기전도도에 가장 큰 영향을 미친다.
- 2) MnO , NiO 는 비록 전기전도도는 낮으나 경도의 저하폭이 크므로 필요에 따라 사용이 가능하다.
- 3) MgO , Cr_2O_3 는 높은 내화도 때문에 경도의 상승과 전기전도도의 급격한 저하를 초래하므로 첨가산화물로는 적절하지 않다.
- 4) 가공성으로 볼 때 Cr_2O_3 , MnO , MgO , PbO 는 효과가 미약하다.
- 5) $\text{Ag-SnO}_2-\alpha$ 계에서 첨가산화물의 양이 1~2.5wt%일 때 가공성, 전기전도도 및 내마멸성이 우수하게 나타나며 특히 ZnO , Bi_2O_3 를 첨가한 경우 우수하였다.

참 고 문 헌

1. Akira Mishima; "Electrical properties of Ag-oxide Contact Materials" Nippon Tungsten Review 16 (1983)
2. Manfred Poniarowski; "The Replacement of Ag/CdO by Ag/SnO₂ in Voltage Switching Devices" Proc. of the 8th International Conference on Electricval Contact (1976) 389-364
3. 鈴木平, 日原繁次郎; 貴金屬의 科學, 田中貴金屬工業(株) (1985) 56-57
4. R.M.Geman; Powder Metallurgy Science (1985) 6-7