

SrTiO₃ 계 반도체세라믹콘덴서의 유전특성 향상 연구
Improvement of Dielectric Characteristics of SrTiO₃
Semiconductive Ceramic Capacitor

이 남 양 * 한국 과학기술원
이 경 재 계측소 작연구실
오 명 환

1. 서 론

반도체세라믹콘덴서는 1950년대 원자가 제어방식의 BaTiO₃ 계 반도체콘덴서를 시작으로 1960년대에는 영국의 Glaister¹⁾, 일본의 斎久²⁾ 등에 의해 BaTiO₃ 계 입계절연형 반도체콘덴서의 개발이 이루어졌다.

BaTiO₃ 계는 높은 유전율을 나타내는 반면, 온도특성이 좋지 못하며 유전손실이 비교적 큰 단점을 가지고 있다.³⁾ 이와같은 단점을 보완하기 위하여 1970년대초부터는 SrTiO₃ 계 반도체콘덴서의 개발이 진행중에 있다.^{4,5)}

SrTiO₃ 는 BaTiO₃ 와 마찬가지로 perovskite 형 구조를 가지는 물질로 상온에서의 유전율은 약 100정도로 BaTiO₃ 에 비해 작은 편이나 첨가제나 분위기제어를 통해 반도체화가 가능하며, 온도특성이 양호하고 낮은 유전손실 특성을 갖는다. 본 연구의 목적은 SrTiO₃ 계 완전재산화형 반도체콘덴서의 유전특성 향상과 아울러 입계절연형 반도체콘덴서의 개발에 필요한 기초자료를 제공하는데 있다.

2. 실험방법

본 실험에서는 출발물질로 SrTiO₃ 를 택하였으며 반도체화 및 소결촉진을 돕기위해 WO₃, Bi₂O₃, La₂O₃, Gd₂O₃ 및 TiO₂ 등의 금속산화물을 미량 첨가하였다. 각 조성의 분말을 원통형으로 가압성형한 후 N₂ + $\frac{1}{10}$ H₂ 분위기를 사용하여 1250 - 1400°C 에서 2시간 소결하였다. 소결된 시편의 양면에는 고온용 은액을 바르고 600 - 800°C 에서 열처리하여 최종 시편으로 하였다. 최종 시편에 대해서는 온도특성, 주파수특성 및 내전압등의 전기적특성과 미세구조변화를 관찰하였다.

본 실험에서 행한 시편의 제조공정은 그림 1 과 같다.

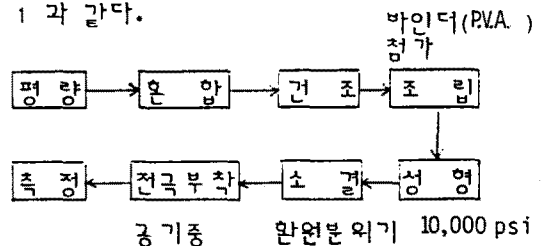


그림 1. 반도체세라믹콘덴서 제조공정도

3. 본 론

1) 첨가제에 의한 유전특성의 변화

그림 2 는 첨가제중의 하나인 WO_3 의 첨가에 따른 정전용량과 유전손실의 변화를 보여주는 것으로 1wt.% 정도 첨가되었을 때 정전용량이 가장 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 한편 TiO_2 와 Bi_2O_3 에 대한 실험결과도 WO_3 의 경우와 마찬가지로 각각 1wt.%, 3wt.% 부근에서 최고값이 존재하

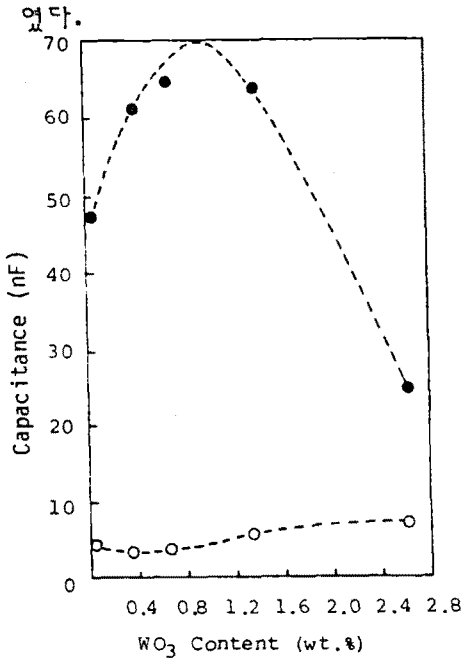


그림 2. WO_3 첨가량에 따른 유전특성변화 곡선

2) 전극의 종류에 따른 유전특성의 변화

완원 재산화형 반도체세라믹론 덴서는 소자의 표면에 형성되는 절연층을 이용하는 것으로 전극 처리에 따른 특성변화가 매우 크다. 표 1 은 동일한 조성과 소결조건에 따라 제조된 시편에 대해 여러가지 은액을 사용해서 전극 처리한 결과로 은액에 따라

유전특성에 상당한 차이가 있음을 알 수

있다. A 의 경우 정전용량은 B 은액을 사용했을 때보다 크게 나타났지만 절연저항이나 내전압은 B 은액과 비교할때 상당히 작은 값을 나타내었다. 이와같은 현상은 은액에 함유된 금속산화물 (Bi_2O_3, MnO_2, PbO, CuO)의 종류 및 함량에 따라 소자와 전극 사이에 형성되는 산화층의 두께가 달라지기 때문인 것으로 생각된다.

표 1. 전극의 종류에 따른 유전특성의 변화 (주파수 : 1KHz)

전극 종류	A	B	C	D
유전특성				
정전용량(nF/cm ²)	350	30	40	80
tan (%)	3.2	0.7	0.9	0.9

3) 전극 처리온도에 따른 유전특성의 변화

그림 3 은 B 은액을 사용해서 500 - 800^oC 의 온도에서 전극 처리한 결과로 표 1 의 결과를 뒷받침해주고 있다.

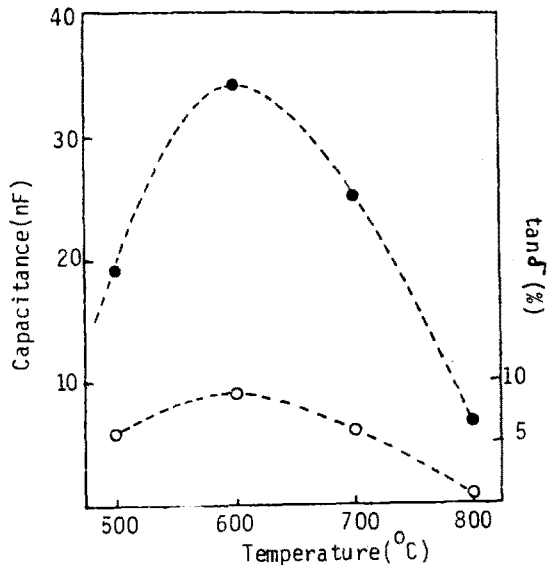


그림 3. 전극 처리 온도에 따른 유전특성변화 곡선

이상의 결과를 토대로 얻은 최적조건으로 제조한 시편의 온도특성은 그림 4 에서 보는 바와 같다.

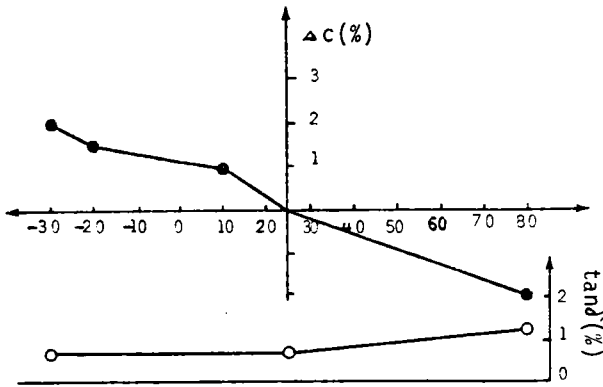


그림 4. 측정온도 변화에 따른 유전특성

4. 결 론

- 1) SrTiO_3 계의 반도체화는 첨가제와 아울러 분위기제어가 필요하며 소결온도는 1350°C 이상이 되어야 한다.
- 2) 전국으로 사용한 은액은 소자의 유전특성에 영향을 주는 중요한 인자로 판명되었으며 이에대한 추가연구가 요구된다.
- 3) 본 실험결과로 제조한 반도체세라믹콘덴서는 정전용량 $50\text{nF}/\text{cm}^2$, 유전손실 1%, 온도계수 $400\text{ppm}/^\circ\text{C}$, 내전압 500V, 절연저항 $7.5 \times 10^3 \text{ M}\Omega$ 로서 비교적 양호한 유전특성을 나타내었다.

- 참고 문헌 -

1. R.M. Glaister, I.E.E. 109, B. Suppl. No. 22, 423-31, 1961
2. 和久茂, 電気通信学会雑誌 vol. 49(7), 1285-1292, 1966
3. S. Waku, Rev. Elect. Comm. Lab. vol.19(5-6), 665-679, 1971
4. 小沢和典, Jpn. Patent 52-10596 Jan. 26, 1977
5. Burn et al., U.S. Patent 4,419,310 Dec. 6, 1983