

PZT/BT 박막의 전기적 특성

이상현, 남성필*, 이영희*, 박재준**

선문대학교 전자공학부, 광운대학교 전자재료공학과*, 중부대학교**

Electrical Properties of PZT/BT Multilayered Films

Sang Heon Lee, Sung-Pil Nam., Young-Hie Lee*

Department of Electronic Engineering Sun Moon University, Kwangwoon University*

Abstract - Polycrystalline Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ and BaTiO₃ powder were prepared by sol-gel process. The alumina substrate were sintered at 1400 °C with bottom electrode of Pt for 2 hours. The Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ / BaTiO₃ multilayered thick films with laminating times were fabricated on alumina substrate by screening printing method. The obtained thick films were sintered at 800 °C with upper electrode of Ag paste for 1 hour. Structural properties of Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ / BaTiO₃ multilayered thick films were investigated. As a result of the Differential Thermal Analysis(DTA) of Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃, exothermic peak was observed at around 650 °C. The X-ray diffraction (XRD) patterns indicated that BaTiO₃ and Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ phases and porosities were formed in the interface of Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ / BaTiO₃ multilayered thick films.

1. 서 론

이종층 구조의 후막은 기존의 단일 조성 세라믹 후막에서는 얻을 수 없었던 계면을 형성함으로서 신기능 소자로의 응용이 가능하며, 특히 절연내압 특성을 크게 향상시킨 전력용 절연체재료로, 누설전류특성을 크게 향상시킨 반도체 기억소자의 유전체 재료로, 그리고 유전상수 및 자발분극 특성을 크게 향상시킨 세라믹 커패시터 및 암전변환소자로의 응용이 기대된다. 따라서 이종층 구조의 강유전체 박막은 전자재료 세라믹 박막에 있어 핵심 요소기술이라 할 수 있으며, 또한 첨단 신소재 개발 및 산업화에 따른 반도체 및 각종 전자 부품에 있어 국내외 기술 선점화를 이루도록 산업, 경제적으로 파급효과가 매우 큰 기반기술이라 할 수 있다. 서로 다른 결정구조 그리고 서로 다른 전기적 특성을 가진 두 가지 종류의 막을 상호 반복하여 적층시킨 이종층 구조(heterolayered structure)의 시편을 제작하고자 하며, 계면에서 발생되는 다양한 구조적, 전기적 현상에 대해 출정, 분석하고, 이를 응용하기 위한 기초연구를 하고자 한다.

2. 실험 방법

BT는 Ba-acetate, Ti-isopropoxide 및 acetic acid, 2-MOE 등을 사용하여 Sol-gel 방법에 의해 원료를 그림 1과 같이 제조하였다. PZT는 Pb-acetate, Zr-acetate, Ti-isopropoxide 및 acetic acid, 2-MOE 등을 사용하여 그림 2와 같이 Sol-gel 방법에 의해 원료를 제조하였다. 먼저 고순도의 Ba-acetate 시료를 각각 아세트산에 용해 시킨 후 2-MOE와 혼합한 Ti-isopropoxide 용액을 첨가

하였다. 그 후 60°C에서 가수분해 반응을 시켜 혼합용액을 젤로 제작한 후, 100°C 오븐에서 5일간 충분히 건조시켰다. 그 후 건조된 분말을 지르코니아 유발을 이용하여 분쇄하였다. BT 세라믹 원료 분말의 미분 원료와 조성의 균일성을 얻기 위해 화학적 실험인 솔-겔법으로 제조한 원료는 2 °C/mm의 온도 상승률로 800 °C의 온도에서 2시간 동안 하소 공정을 진행하였으며, PZT는 동일한 온도 상승률로 700 °C의 온도에서 2시간 동안 하소 공정을 진행하였다. 하소된 분말은 용접현상을 최소로 감소시키기 위해 알루미나 재질의 유발에서 에탄올을 사용하여 미분쇄를 한 후, 120°C의 oven에서 24 시간동안 건조하였다. 건조된 미분말은 #325 mesh로 체치기를 하였다. 전력용 고유전율 PZT/BaTiO₃ 이종층 강유전체 후막을 제작하기 위해서 기판으로는 10 mm × 10 mm 크기의 알루미나 기판을 사용하였으며, 알루미나 기판 위에 하부전극(Pt/Al₂O₃ substrate)은 Pt paste를 스크린 프린팅 방법으로 5 회 도포하여 건조한 후 1400 °C에서 10분간 열처리를 진행하였다. 한편, 건조된 각각의 미분말은 실크 스크린을 이용한 후막 공정을 진행하기 위해 원료 분말에 유기물 결합제(Ferro, B75001)를 30 wt% 첨가하여 무거운 혼합기를 사용하여 페이스트장을 제조하였다. 이 때 유기물 결합제는 휘발성 유기 물질이 혼합되어 있으므로 공기 중에 장시간 노출되어 있을 경우 후막 공정에 문제가 발생하므로 밀봉 보관하여 실험을 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

BT, PZT 솔겔법으로 제조된 원료를 하소한 후 XRD 분석을 진행한 결과를 그림 1에 나타내었다. 분석 결과 BT는 강유전상을 나타내고 있으나, PZT 원료 분말은 Zr의 몰비가 증가함에 따라 반강유전성이 이루어짐을 알 수 있었다. 알루미나 기판에 Pt 하부 전극을 1400 °C에서 열처리 한 후 유기물 결합제가 혼합된 BT 페이스트를 스크린 프린팅법을 사용하여 10 회 도포하여 소성온도 1250, 1300, 1350 °C에서 각각 소성을 진행하였다. 1300 °C에서 2시간 동안 소성을 진행한 결과 BT 후막 두께는 약 20 μm을 나타내었으며, BT를 소성한 후 PZT(50/50)을 BT와 동일한 방법인 스크린 프린팅법으로 10 회 및 15회를 도포하여 950, 1000, 1050 °C에서 2 시간 동안 유지시켜 소성을 진행하였다. 소성 방법은 앞 절의 BT 후막 공정 및 PZT 후막 공정에서 언급한 방법으로 하였으며, PZT 적층 횟수를 10 회 및 15 회 도포한 결과 소성 후 후막 두께는 각각 8 μm, 33 μm를 나타내었다. BT/Pt/Al₂O₃ 구조를 갖는 후막에 PZT의 조성을 변화시켜 스크린 프린팅법으로 각각 10 회 도포하여 소성을 하였으며 그에 따른 구조적 특성을 고찰하였다. PZT 조성 변화에 따른 PZT 후막 두께는 편차가 많이 발생하였으며, 이는 BT 와 PZT 두 물질이 결정학적 특성에 기인

하는 것으로 판단된다. 또한 하부전극인 Pt 를 열처리한 후 BT를 소성하고 PZT를 다시 소성하면서 하부전극이 BT내부로 확산해 나가는 것도 볼 수 있었다.

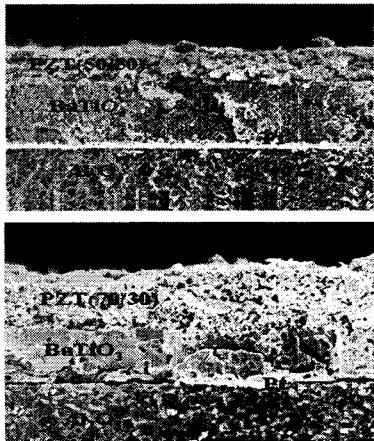


Fig. 1. SEM photographs of PZT/BaTiO₃ multilayered thick films with laminating times .

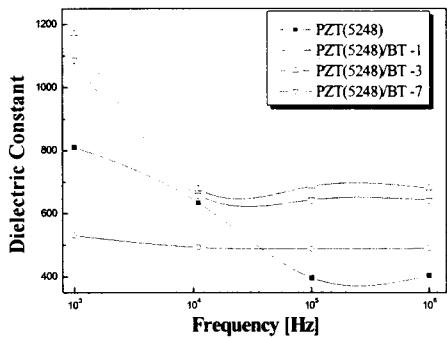


Fig. 2. Electrical properties of PZT(5248)/BT

3. 결 론

BT/Pt/Al₂O₃ 구조를 갖는 후막에 PZT의 조성을 변화시켜 스크린 프린팅법으로 각각 10 회 도포하여 소성을 하였으며 그에 따른 구조적 특성을 고찰하였다. PZT 조성 변화에 따른 PZT 후막 두께는 편차가 많이 발생하였으며, 이는 BT 와 PZT 두 물질이 결정학적 특성에 기인하는 것으로 판단된다. 또한 하부전극인 Pt 를 열처리한 후 BT를 소성하고 PZT를 다시 소성하면서 하부전극이 BT 내부로 확산해 나가는 것도 볼 수 있었다. 또한 PZT 후막 두께는 8 ~ 42 μm로 큰 편차를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2004-B-124) 주관으로 주행된 과제의 일부임

[참 고 문 헌]

- [1] P. N. Peter, R. C. Sick, E. W. Urban, C. Y. Huang, M. K. Wu, "Observation of enhanced properties in sample of silver oxide doped YBa₂Cu₃O_x", Appl. Phys. Lett.. 52, 24, 2066, 1988.
- [2] P. J. Oueph, "Effect of an External Force on Levitation of a Magnet Over a Superconductor", Appl. Phys. A, Vol. 50, pp.361~364, 1990.