

PZT/BT 세라믹 후막의 구조적 특성에 관한 연구

이상현^{1*}, 임성수¹, 이영희²

선문대학교 전자공학부¹, 광운대학교 전자재료공학과²

A study on the Structural Properties of PZT/BT thick film

Sang-Heon Lee^{1*}, Sung-Soo Lim¹, Young-Hie Lee²

Department of Electronic Engineering, Sun Moon University¹, Dept. of Electronic Materials Engineering
Kwangwoon University²

Abstract

Polycrystalline $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ and BaTiO_3 powder were prepared by sol-gel process. The alumina substrate were sintered at 1400 °C with bottom electrode of Pt for 2 hours. The $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ / BaTiO_3 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 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ / BaTiO_3 multilayered thick films were investigated. As a result of the Differential Thermal Analysis(DTA) of $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$, exothermic peak was observed at around 650 °C. The X-ray diffraction (XRD) patterns indicated that BaTiO_3 and $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ phases and porosities were formed in the interface of $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ / BaTiO_3 multilayered thick films.

Keywords : $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.5},\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$, BaTiO_3 ,

1. 서론

전자재료는 모든 전기, 전자 및 통신 산업의 핵심 기초부품이 되며, 향후 21세기에서도 전력산업의 증가, 전자기 응용 및 정보통신기기의 발전 등으로 인해 모든 산업의 기초 소재로서 이에 대한 수요는 크게 증가할 것으로 예측된다. 특히 전자재료 분야는 우리나라가 미국, 일본 등 일부 선진국에 대한 기술 종속의 연결고리를 이루고 있는 한 부분으로서, 향후 기술 선진국으로의 진입을 위해서는 무엇보다도 많은 투자와 연구 개발이 필요한 분야라 할 수 있다. 따라서 본 연구는 이종층 구조를 갖는 강유전체 후막의 제작 및 계면특성에 대해

연구하고자 한다. 이러한 이종층 구조의 후막은 기존의 단일 조성 세라믹 후막에서는 얻을 수 없었던 계면을 형성함으로서 신기능 소자로의 응용이 가능하며, 특히 절연내압 특성을 크게 향상시킨 전력용 절연체 재료로, 누설전류특성을 크게 향상시킨 반도체 기억소자의 유전체 재료로, 그리고 유전상수 및 자발분극 특성을 크게 향상시킨 세라믹 커패시터 및 압전변환소자로의 응용이 기대된다. 따라서 이종층 구조의 강유전체 박막은 전자재료 세라믹 박막에 있어 핵심 요소 기술이라 할 수 있으며, 또한 첨단 신소재 개발 및 산업화에 따른 반도체 및 각종 전자 부품에 있어 국내외 기술 선점화를 이룸으로써 산업, 경제적으로 파급

효과가 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 측정, 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 제조하였으며, 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 용해시킨 후 2-MOE와 혼합한 Ti-isopropoxide 용액을 침가하였다. 그 후 60°C에서 가수분해 반응을 시켜 혼합 용액을 엘로 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 실현인 솔-겔법으로 제조한 원료는 2 °C/min.의 온도 상승률로 800 °C의 온도에서 2시간 동안 하소 공정을 진행하였으며, PZT는 동일한 온도 상승률로 700 °C의 온도에서 2시간 동안 하소 공정을 진행하였다. 하소된 분말은 응집현상을 최소로 감소시키기 위해 알루미나 재질의 유발에서 에탄올을 사용하여 미분쇄를 한 후, 120°C의 oven에서 24시간 동안 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 10 분간 열처리를 진행하였다. 한편, 건조된 각각의 미분말은 실크 스크린을 이용한 후막 공정을 진행하기 위해 원료 분말에 유기물 결합제(Ferro. B75001)를 30 wt% 침가하여 무거운 혼합기를 사용하여 페이스트상을 제조하였다. 이 때 유기물 결합제는 휘발성 유기 물질이 혼합되어 있으므로 공기 중에 장시간 노출되어 있을 경우 후막 공정에 문제가 발생하므

로 밀봉 보관하여 실험을 진행하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

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 μm를 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 기인하는 것으로 판단된다. 또한 하부전극인 Pt 를 열처리 한 후 BT를 소성하고 PZT를 다시 소성하면서 하부전극이 BT 내부로 확산해 나가는 것도 볼 수 있었다.

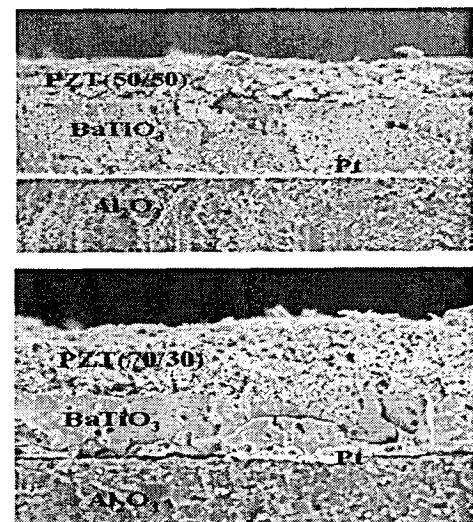


Fig. 1. SEM photographs of PZT/BaTiO₃ multilayered thick films with laminating times

4. 결론

Volume 66, Issues 3-4, 19 August 2002,
Pages 397-401

감사의 글

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

[참 고 문 헌]

- [1] Y. Fukudo, K. Aoki, K. Numata, A. Nishimura,"Temperature Dependence of Dielectric Absorption Current of SrTiO₃ Thin-Film Capacitor", Jpn. J. Appl. Phys., Part 2 34 (1995) L1291.
- [2] R. Ramesh, S. Aggarwal and O. Auciello, "Science and technology of ferroelectric films and heterostructures for non-volatile ferroelectric memories".Materials Science and Engineering: R: Reports, Volume 32, Issue 6, 16 April 2001, Pages 191-236
- [3] Angus I Kingon and Stephen K Streiffer "Ferroelectric films and devices", Current Opinion in Solid State and Materials Science, Volume 4, Issue 1, February 1999, Pages 39-44
- [4] I. Kanno, S. Hayashi, R. Takayama, H. Sakakima and T. Hirao, "Processing and characterization of ferroelectric thin films by multi-ion-beam sputtering" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Volume 112, Issues 1-4, 2 May 1996, Pages 125-128
- [5] O. Nakagawara, T. Shimuta, T. Makino, S. Arai, H. Tabata and T. Kawai, "Dependence of dielectric and ferroelectric behaviors on growth orientation in epitaxial BaTiO₃/SrTiO₃ superlattices", Vacuum,