

PZT/BT 이종박막의 특성

이상현*, 남성필, 이영희

*선문대학교, 광운대학교

The Characteristic of PZT/BT Heterolayered films

Sang-Heon Lee*, Sung-Pill Nam, Young-Hie Lee

*Sunmoon Univ. Kwangwoon Univ.

Abstract : The heterolayered thick/thin structure consisting of $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ and $BaTiO_3$ (BT) were fabricated by a sol-gel process. PZT powders, prepared by the sol-gel method, were mixed with an organic vehicle and the PZT thick films were fabricated by the screen printing techniques on alumina substrate with Pt electrodes. The microstructural and dielectric characteristics of the stacked heterolayered PZT/BT/PZT films were investigated by varying the number of coating $BaTiO_3$ layers. The existence of a $BaTiO_3$ layer between the PZT thick films of the tri-layer $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3/BaTiO_3/Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ thick/thin/thick film can greatly improve the leakage current properties of the PZT thick films. The average thickness of a PZT(5248)/ $BaTiO_3$ heterolayered thick/thin film was $25\mu m$. The relative dielectric constant and dielectric loss of the PZT(5248)/ $BaTiO_3$ -3 heterolayered thin film coated three times were 1087 and 1.00% at 1[MHz].

Key Words : PZT, $BaTiO_3$, Thick films, Spin-coating, Dielectric constant

1. 서 론

최근 전기기기의 다양화 및 전력수요의 증가와 전력시스템의 자동화에 따라서 기존의 소재보다 우수한 특성을 가진 신소재의 개발이 필수적인 것으로 인식되고 있다. 게다가 전기기기의 소형화 및 경량화에 따라서 기존의 소자를 후막이나 박막으로 제작하고자 하는 연구도 관심이 높아지고 있고, 이에 대한 연구는 미국, 일본을 중심으로 강유전 박막[1,2]에 집중되고 있으며, 낮은 구동전압, 경제적인 제작, 디자인의 유연성, 집적화 등의 장점을 가지고 있는 박막에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다.[3,4]

세라믹을 박막화하는 방법에는 반도체 분야에서 주로 쓰이는 박막 제조방법인 sputtering method, CVD, sol-gel법 등이 있으며, 방법에 따라 장단점이 있기 때문에 응용분야와 목적에 따라 적절한 제조방법이 선택되어야 한다.[5,6,7]

따라서 본 연구에서는 유전율이 높고, 첨가물의 조성변화에 따라 우수한 전기적 특성을 얻을 수 있는 $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ 와 다른 강유전체 물질에 비해서 피로특성 등이 우수한 $BaTiO_3$ 를 적층하였을 때 그 계면에서 두 물질의 확산에 의한 계면의 형성과 특성에 대해 연구하였다. PZT 분말과 $BaTiO_3$ 크팅용액은 sol-gel법을 이용하여 제조하고, 스크린 프린팅 법과 spin-coating법을 이용하여 막을 제작하여 구조적, 전기적 특성을 측정하였다.

2. 실험

2.1 시편의 제조

본 연구에서는 강유전상을 가지는 $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ (PZT)를 선택하여, 솔-젤법을 이용하여 분말과 용 코팅용액을 합성하였다. 먼저 고순도의 Pb acetate trihydrate와 Zr propoxide 그리고 Ti iso-propoxide를 용매로는 2-methoxyethanol(2-MOE)를 사용하여 솔-젤법으로 분말을 합성하였다. 건조된 분말을 지르코니아 유발을 이용하여 분쇄하였으며, 1100℃에서 하소하였다. 하소된 분말을 미세분쇄한 후 #325 mesh로 체치기를 하여 유기물 결합제(Ferro. B75001)와 7:3의 비율로 혼합하여 페이스트상을 만든 후, 스크린 프린팅법을 이용하여 하부전극 Pt 전극이 코팅된 알루미늄 기판위에 코팅하였다.

$BaTiO_3$ precursor 용액을 제작하기 위해 Ba-acetate, Ti iso-propoxide 물질을 출발물질로 하고, 2-methoxyethanol 용액을 용매로 하여 솔-젤법으로 제조하였다. 제조된 PZT 후막위에 스프인 코팅법을 이용하여 3000rpm에서 30초동안 코팅한 후 다시 PZT(5248) 후막을 코팅하여 PZT(5248)/ $BaTiO_3$ 막을 제조하였다. 제조된 PZT(5248)/ $BaTiO_3$ 후막/박막 위에 $BaTiO_3$ 용액을 동일한 조건으로 코팅한 후 건조와 열처리를 하였으며, 이와 같은 공정을 7번 반복하여 PZT(5248)/ $BaTiO_3$ -n(n: $BaTiO_3$ 코팅횟수) 이종층 후막/박막을 제조하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 PZT/BT 이종층 후막/박막의 코팅횟수에 따른 X-선 회절 분석 결과를 나타낸 것이다. 모든 박막은 pyrochlore상 및 미반응 물질이 없는 전형적인 다결정성의

PZT 결정 구조를 나타내었다. BaTiO₃ 박막의 코팅횟수가 증가함에 따라 (111)/(002)면의 회절 피크가 증가하는 경향을 나타내었으며 이는 PZT 후막 사이의 BaTiO₃가 PZT 결정 성장에 대해 PZT 박막이 영향을 미쳤기 때문으로 사료된다.

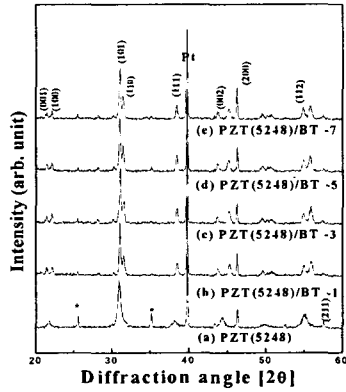


그림 1 PZT/BT 이종층 후막/박막의 X-선 회절분석

그림 2는 코팅 횟수에 따른 PZT/BT 이종층 후막/박막의 표면 미세구조와 단면구조를 나타낸 것이며, 박막의 코팅 횟수가 증가함에 따라 평균 결정립과 기공의 크기는 감소하였으며 PZT/BT-7에서는 치밀한 구조를 나타내었다. 전체적으로 많은 기공이 발생하여 유전율의 감소 및 유전 손실 값을 증가시키는 영향을 줄 것으로 사료된다. Pt 층과 PZT(5248)/BT-7층의 구분은 확인하나 PZT(5248) 층과 BaTiO₃ 층의 구분은 확인하게 하기 어렵다. 이는 PZT(5248) 후막 계면에서 BaTiO₃ 박막의 확산 및 반응으로 인한 새로운 상의 형성에 기인한 것으로 사료된다. PZT(5248)/BT 평균적인 두께는 25 μm이다.

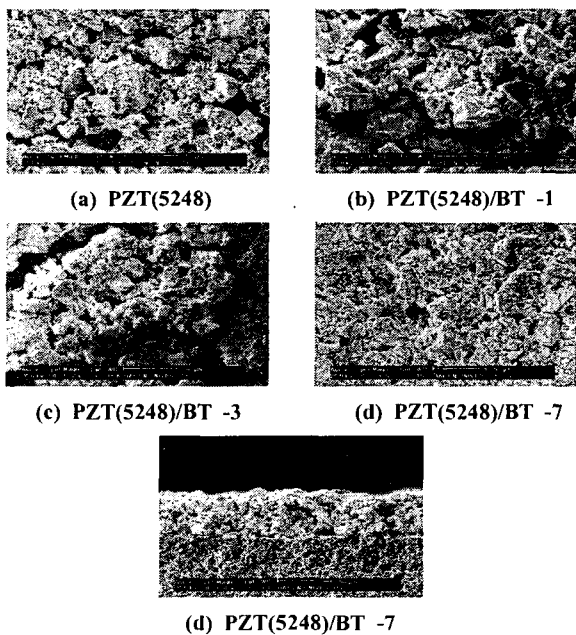


그림 2. 코팅횟수에 따른 PZT/BT 이종층 후막/박막의 미세구조

그림 3은 PZT(5248)/BT 이종층 후막/박막의 적층횟수에 따른 유전율값을 나타내고 있다. 적층횟수가 증가함에 따라서 유전율이 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이것은 전체적으로 적층횟수가 많은 막이 결정이 균일하게 성장되고, 막 두께의 증가로 인한 유전상수의 증가로 생각된다. 모든 시편에서 주파수가 증가할수록 유전상수는 감소하는데 이는 주파수가 증가함에 따라서 강유전 세라믹의 분극기구가 소멸하게 되고, 그에 따라서 유전상수도 감소하는 유전분산 특성에 의한 것으로 사료된다.

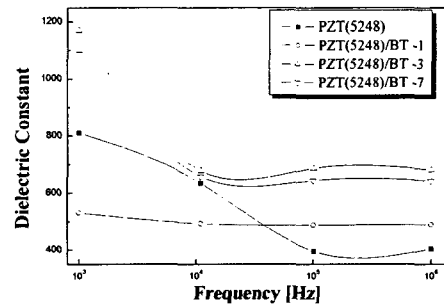


그림 3. 적층 횟수에 따른 PZT(5248)/BT 이종층 후막/박막의 유전율

4. 결론

Al₂O₃ 기판위에 sol-gel법으로 제조한 PZT(5248) 및 BaTiO₃ 을 스크린 프린팅법과 스프인 코팅법을 이용하여 BaTiO₃ 후막의 적층횟수를 달리하여 PZT(5248)/BaTiO₃ 이종층 후막/박막을 제작하여 다음과 같은 전기적, 구조적 특성을 대해 연구하였다. 적층횟수가 증가할수록 유전상수 값은 증가하였으며, 유전손실 값은 큰 변화가 없었다. 3회 적층한 후막의 유전상수와 유전손실 값은 1MHz에서 680 과 1%의 값을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소(R-2004-B-124) 주관으로 수행된 연구결과에의 일부임.

참고 문헌

- [1] J.R. Busch and V.E. wood, Condensed Matter News 1,2 (1992).
- [2] Y. Xu and D. Mackenzie, Integrated Ferroelectrics 1, 17 (1992)
- [3] W. L. Warren, D. B. Dimos, B. A. Tuttle, R. D. Nasby, and G. E. Pike, Appl. Phys. Lett. 65, 1018(1994)
- [4] J. F. Scott, C. A. Pas de Araujo, B. M. Melnick, L.D. Merillan, and R.Zuleeg, Appl. Phys. 70, 382 (1991).
- [5] R. Takayama and Y. Tomita, J. Appl. Phys. 65, 1666(1989)
- [6] C. K. Barlingay and S. K. Dey, appl. Phys. 60, 1278 (1992).
- [7] E. Sviridov, V. Alyshin, Y. Golovko, I. Zakharchenko, V. Mukhortov, and V. Dudkevich, Ferroelectrics 128, 1 (1992)