

## PZT/PZ 2중 박막의 구조 및 광학적 특성

### Structural and Optical Properties of PZT/PZ Bi-layer Thin Films

전기범\*, 배세환\*, 진병문\*\*, 김성철\*\*

\*동아대학교 자연과학부, \*\*동의대학교 물질과학부

shbae@mail.donga.ac.kr

강유전체인  $Pb(Zr,Ti)O_3$ (PZT)는 뛰어난 압전성 및 초전성을 가진 물질로서 큰 잔류분극과 큰 유전상수를 갖기 때문에 불휘발성 메모리소자, 디카플링 캐패시터 그리고 적외선 센서등 전자 소자로의 응용을 위한 목적으로 전기적 특성에 관하여 연구가 많이 되어왔다. 그리고 인가된 전기장에 의한 큰 변위는 전기광학소자나 액츄에이터등의 응용에 이용되고 있다. 그리고  $PbZrO_3$ (PZ)는 반강유전체로서  $PbTiO_3$ (PT)와의 고용체를 형성하여 PZT를 구성하므로 PZT의 연구를 위한 기초 과정으로써 연구가 진행되었다. 그리고 전기장에 의해 강유전상 및 반강유전상간의 상 변화로 인한 큰 strain변화를 유발하는 물질로서 micropositioner나 액츄에이터등과 같은 MEMS과 광학적 스위치로서의 응용에 관하여 관심을 끌고 있다.

한편 S. S. Sengupta등<sup>(1)</sup>은 강유전상과 반유전상간의 천이에 따라 큰 strain을 유발하는 물질로서는 PZT에 Sn을 첨가한 PZST를 sol-gel법으로 박막을 제작하고 550°C에서 700°C사이의 온도에서 결정화하여 반강유전상에서 강유전상으로 천이 시키는데 필요한 스위칭 전압으로 115kV/cm가 됨을 확인하였다<sup>(1)</sup>. 본 연구에서는 위와는 다른 방법으로 강유전체와 반강유전체 박막의 조합에 의한 구성을 통하여 여러 가지 장치에 응용하고자 연구<sup>(2,3,4)</sup>를 하였으며 특히 광학적 응용에 이용하고자 sol-gel 법으로 유리 기판 위에 PZ와 PZT 및 PZ/PZT 2중 박막을 제작하였다. 박막 제작을 위한 전구체 합성 방법과 증착 및 열처리 온도는 이미 보고된 바와 같이 하였다<sup>(3)</sup>. 반강유전체인 PZ 시료와 강유전체인 PZT 시료의 조합에 의한 다층박막의 유전적 특성은 열처리 방법과 증착 순서에 따라 다른 성질을 나타내고 있음이 조사되었다<sup>(3)</sup>. 이때 열처리 조건은 상온에서 700°C까지 1시간 동안 승온하여 30분간 유지한 후 상온까지 1시간 동안 서서히 냉각하였다. 시료(a)인 PZT박막과 시료(b)인 PZ박막은 각각의 전구체를 6회 coating한 후 열처리하였다. 그리고 2중 박막의 경우 시료(c)는 유리 기판위에 먼저 PZ를 3회 coating한 후 PZT를 3회 coating하여 PZ 및 PZT 박막과 같은 방법으로 열처리하였으며, 시료 (d)는 먼저 PZ를 3회 coating한 다음 열처리하고 다시 PZT를 3회 coating하여 열처리하였다.

그림 1은 700°C에서 열처리한 박막의 결정 형성을 알아보기 위한 XRD 분석결과이다. Pt가 입혀진 Si 기판이나  $SrTiO_3$ 등과 같은 단결정 위에서는 뚜렷한 결정 형성의 peak를 나타내지만 비정질인 유리 기판위에 입혀진 PZ와 PZT박막의 경우에는 선명한 결정상을 찾아보기 어렵다. 그러나 본 연구 결과에는 보고되지 않지만, 600°C에서 열처리한 시료에 대한 XRD의 분석결과 PZ 및 PZT 결정에 의한 peak가 선명하게 나타나지 않았으나 700°C에서 열처리하였을 때는 (221)면(PZ)과 (110)면(PZT)의 peak가 강하게 나타났다. 또한 PZ위에 PZT를 입혀 한번에 열처리한 시료 (c)의 경우에는 31.36° 에 있는 PZT의 (110)면에 의한 peak가 더 강하게 나타나는 반면 PZ를 열처리한 후 PZT를 열처리한 시료 (d)의 경우에

는 30.52° 에서 (221)면의 PZ와 31.36° 의 PZT (110) 면에 의한 peak가 같이 나타남에 따라 31° 근처의 peak가 예리하게 얻어지지 않았다.

그림 2.는 4종류의 박막에 대하여 275nm에서 1100nm의 파장영역에 대한 투과도를 측정한 결과이다. 전반적으로 PZ가 PZT보다 투과도가 높은 것으로 조사되었다. 그러나 PZ와 PZT의 2중 박막의 경우는 단일 종류의 박막과 다른 두 가지 특징을 나타내고 있다. 첫째 시료(c)의 경우 짧은 파장영역(약 550nm)까지는 시료(b)와 유사한 투과율을 나타내지만 장파장 영역에서는 다소 높은 투과율을 나타내고 있다. 이는 PZ와 PZT를 같이 열처리함에 있어 PZT의 Ti가 PZ의 영역에 확산되어 전체적으로는 PZT를 형성하고 있다[3,4] 그러나 부분적으로는 Zr과 Ti의 농도가 다른 분포를 하고 있어 굴절률의 변화가 적으므로 경계면에서의 반사가 적어졌다고 생각된다. 둘째 시료 (d)의 경우에는 열처리 과정이 총 2회 실시됨에 따라 PbO의 증발로 인하여 박막의 두께가 얇아짐에 따라 빛이 투과하는 과정에서 에너지 손실이 적었음을 알 수 있다. 또한 PZT/PZ의 구조를 가짐에 따라 경계면에서의 반사율을 줄일 수 있었다고 생각된다.

이상과 같은 결과에서 비정질인 유리 기판 위에 PZ와 PZT박막은 700°C의 온도에서 결정화가 가능하였으며, 2중층의 박막을 구성함으로써 단일 박막에서 얻을 수 있는 투과율보다 높은 투과율의 박막을 얻을 수 있다.

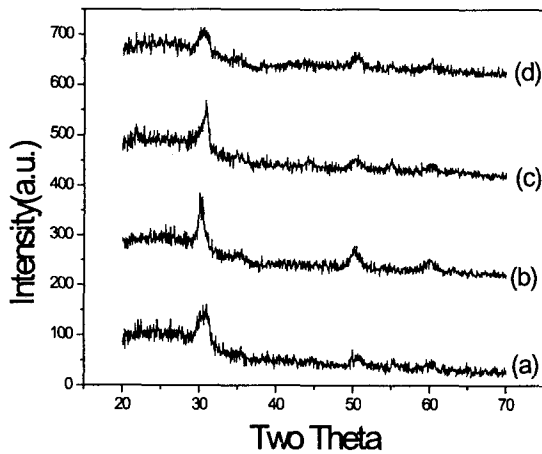


그림 1. PZ, PZT 및 PZ/PZT 2중박막의 XRD  
(a) PZT, (b) PZ  
(c) A/PZT/PZ, (d) A/PZT/A/PZ

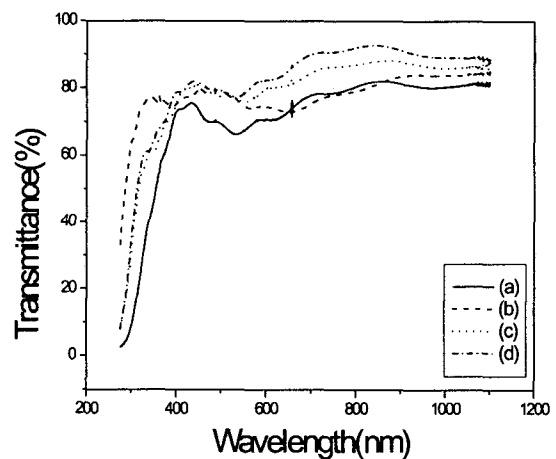


그림 2. PZ, PZT 및 PZ/PZT 2중박막의 투과율  
(a) PZT, (b) PZ  
(c) A/PZT/PZ, (d) A/PZT/A/PZ

본 연구의 일부는 2001년도 동의대학교 목적기초연구비 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- 1 S. S. Sengupta, D. Roberts, J. -F. Li, M. C. Kim and D. A. Payne, J. Appl. Phys. 78(2), 1171-1177 (1995).
- 2 전기범, 배세환, 한국물리학회회보, 15(2), 232 (1997).
- 3 S. H. Bae, K. B. Jeon and B. M. Jin, Mater. Res. Bull. 36 1931-1937 (2001).
- 4 S. H. Bae, K. B. Jeon, B. M. Jin and S. C. Kim, 3rd Asian Meeting on Ferroelectrics, 414 (2000).