

## Sol-gel 법에 의한 $YMn_2O_5$ 박막 제조 연구

김동현\*, 김우철, 심인보, 김철성  
국민대학교 물리학과

### 1. 서론

강유전체이면서 동시에 강자성 특성이 발현되는 multiferroic 물질은 두 성질 사이에 서로 상호작용이 존재하는 것으로 이해되고 있다 [1~3]. 그러나 최근 다강체 물질의 응용 가치로 인하여 그 연구가 활발히 진행 중이지만 박막 제조의 어려움으로 인하여 다강체 물질의 전자기적 특성 연구는 희박한 실정이다. 본 연구에서는 Sol-gel법을 이용하여  $YMn_2O_5$  박막을 제조하였다. 성장한 박막의 구조에 관하여 x-선 회절 분석기(XRD), atomic force microscopy(AFM)를 이용하였다. 800°C에서 열처리한 박막의 XRD 분석 결과 단일상의 orthorhombic 구조로 성장함을 알 수 있었고 AFM 이미지 분석 결과 타원 형태의 입자가 성장되어 있음을 확인할 수 있었다.

### 2. 실험방법

Multiferroic  $YMn_2O_5$  박막의 제작을 위하여 sol-gel방법을 사용하였다. 출발물질은 순도 99.99 % 이상의  $Y(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  및  $Mn(CH_3CO_2)_2 \cdot 4H_2O$ 를 사용하였고, ethyl alcohol 20 mL, 2-MOE 8 mL, acetic acid 8 mL, distilled water 2 mL, ethylene glycol 2 mL를 주 용매로 선정하였다.  $YMn_2O_5$ 의 stock solution 제조를 위해 ethyl alcohol에  $Y(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 를 먼저 충분히 용해시킨 후,  $Mn(CH_3CO_2)_2 \cdot 4H_2O$ 를 용해시켰다. 그리고 2-MOE, acetic acid, distilled water 및 ethylene glycol 등의 용매를 넣어 반응 시켰다. 이때 stock solution의 몰농도는 0.4 mol 로 선택하였다. 이 용액을 80 °C에서 24 시간 동안 교반한 후, 준비된 sol 상태의 용액을  $SiO_2$  기판과 Pt 기판 위에 2500 rpm의 속도로 9차례 spin-coating 하였다. 실험에 사용한 모든 기판은 사용하기 전에 반도체공정에 사용되고 있는 표면 세척법을 이용하여 불순물을 제거하였다. Coating한 박막은 열처리 온도에 따라 박막 제조 효과를 알아보기 위하여 700~900°C에서 3시간 동안 공기 중에서 열처리하였다.

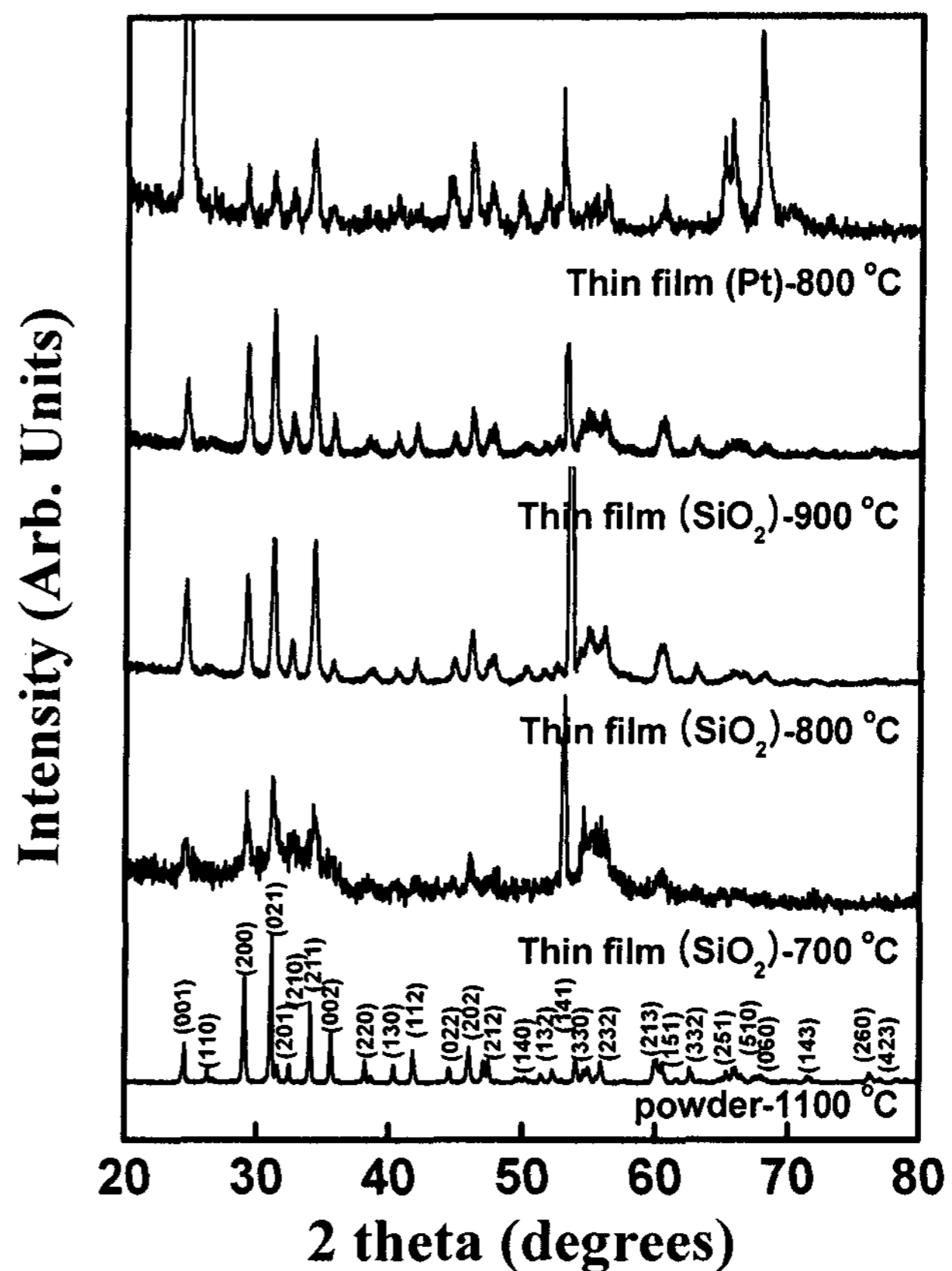


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of  $YMn_2O_5$  thin films annealed at various temperatures for 3h.

열처리한 박막의 표면의 상태와 결정성을 확인하기 위하여, Philips사의 X'pert 3710 x-선 회절분석기 및 Park Science사의 AutoProbe CP Research 모델의 AFM을 이용하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Sol-gel 법으로 제조한  $\text{YMn}_2\text{O}_5$  박막의 열처리 온도에 따른 XRD 패턴을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에 나타난 것과 같이 700°C에서 상이 형성되기 시작하였고 800°C에서 열처리한 박막의 모든 peak는 단일상의 orthorhombic 구조로 성장하였음을 알 수 있었다. 또한 900°C에서 제조된 박막의 경우의 XRD 패턴은 단일상의 orthorhombic 구조에 의한 peak만 관측 되었으나 AFM 이미지 확인 결과  $\text{SiO}_2$  기판층으로부터 Si가 확산되는 현상이 나타났다. Fig. 2는 800°C에서  $\text{SiO}_2$ 와 Pt 기판에 성장시킨  $\text{YMn}_2\text{O}_5$  박막의 AFM 측정 결과이다. 측정결과  $\text{SiO}_2$  기판에 성장시킨 박막의  $\text{YMn}_2\text{O}_5$  입자 크기가 크게 있음을 확인하였고  $\text{SiO}_2$  기판에 성장시킨 박막의 평균 거칠기 ( $R_{rms}$ )는 3.1 nm로 측정되었으며 Pt 기판에 성장한 박막의  $R_{rms}$  값은 5.7 nm로 나타남을 알 수 있었다.

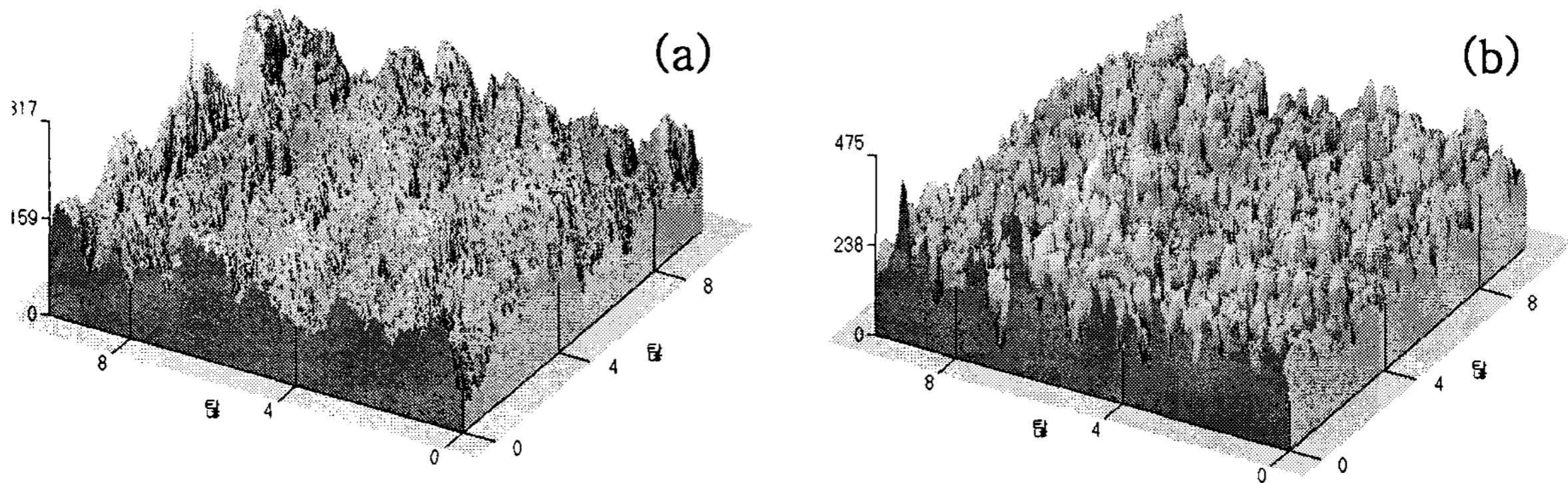


Fig. 2. Atomic force microscope image of the film surface annealed at 800°C (a)  $\text{YMn}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$  (b)  $\text{YMn}_2\text{O}_5/\text{Pt}$ .

### 4. 참고문헌

- [1] T. Kimura, *et al*, Nature **426**, 55 (2003).
- [2] N. Hur, *et al.*, Nature **429**, 392 (2004).
- [3] D. H. Kim, S. B. Kim, and C. S. Kim, J. Appl. Phys. **101**, 09M104 (2007).